



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Dirección General de Estudios de Posgrado

Facultad de Ciencias Matemáticas

Unidad de Posgrado

**Niveles de plomo en sangre y su influencia en el estado
del periodonto de trabajadores en las empresas
mineras de Cerro de Pasco – 2010**

TESIS

Para optar el Grado Académico de Magíster en Bioestadística

AUTOR

César Ivón TARAZONA MEJORADA

ASESOR

Ysela Dominga AGÜERO PALACIOS

Lima, Perú

2017



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Tarazona, C. (2017). *Niveles de plomo en sangre y su influencia en el estado del periodonto de trabajadores en las empresas mineras de Cerro de Pasco - 2010*. [Tesis de maestría, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ciencias Matemáticas, Unidad de Posgrado]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.

15(2)
105

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS DE GRADO ACADÉMICO DE MAGÍSTER

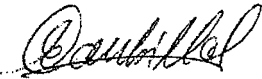
Siendo las, 12.00 horas del día jueves 20 de julio del dos mil diecisiete, en el Auditorio de la Facultad de Ciencias Matemáticas, el Jurado Evaluador de Tesis, Presidido por la Mg. Emma Norma Cambillo Moyano e integrado por los siguientes miembros, Mg. Ana María Cárdenas Rojas (Jurado Evaluador), Mg. María Estela Ponce Aruneri (Jurado Informante), Mg. Edison Raúl Montoro Alegre (Jurado Evaluador) y la Mg. Ysela Dominga Agüero Palacios como Miembro Asesor, se reunieron para la sustentación de la tesis titulada: «NIVELES DE PLOMO EN SANGRE Y SU INFLUENCIA EN EL ESTADO DEL PERIODONTO DE TRABAJADORES EN LAS EMPRESAS MINERAS DE CERRO DE PASCO - 2010» presentada por el Bachiller César Ivón Tarazona Mejorada, para optar el Grado Académico de Magíster en Bioestadística.

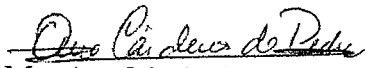
Luego de la exposición del graduando, los Miembros del Jurado hicieron las preguntas correspondientes, así como las observaciones e inquietudes acerca del trabajo de tesis, a las cuales el Bachiller César Ivón Tarazona Mejorada respondió con acierto y solvencia, demostrando pleno conocimiento del tema.


A continuación se realizó la calificación correspondiente, según tabla adjunta, resultando el Bachiller César Ivón Tarazona Mejorada aprobado con el calificativo de Buena...
...Buena.....(1.7.).....

Habiendo sido aprobada la sustentación de la Tesis, el Jurado Evaluador recomienda para que el Consejo de Facultad apruebe el otorgamiento del grado académico de **Magíster en Bioestadística** al Bachiller César Ivón Tarazona Mejorada.

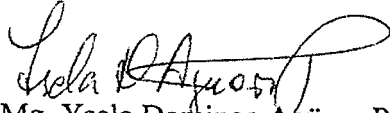
Siendo las 13.00 horas, se levantó la sesión, firmando para constancia la presente Acta.


Mg. Emma Norma Cambillo Moyano
Presidenta


Mg. Ana María Cárdenas Rojas
Miembro


Mg. María Estela Ponce Aruneri
Miembro


Mg. Edison Raúl Montoro Alegre
Miembro


Mg. Ysela Dominga Agüero Palacios
Miembro Asesor



**UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE
SAN MARCOS**
Facultad de Ciencias Matemáticas
Unidad de Postgrado

VEREDICTO DEL JURADO INFORMANTE DE TESIS


Como Miembro del Jurado Informante de Tesis de la Dirección de Escuela de Post Grado, el dictamen es,

Aprobado

La tesis titulada "*Niveles de Plomo en la Sangre y su Influencia en el Estado del Periodonto de Trabajadores en las Empresas Mineras de Cerro de Pasco – 2010*", con la finalidad de obtener el Grado de Maestría en Ciencias Matemáticas con Especialidad en Bioestadística.

Atentamente,

Lima, 20 de Julio del 2017


Mg. Ysela Domínguez AGÜERO PALACIOS
Miembro Asesor



**UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE
SAN MARCOS**
Facultad de Ciencias Matemáticas
Unidad de Postgrado

VEREDICTO DEL JURADO INFORMANTE DE TESIS

Como Miembro del Jurado Informante de Tesis de la Dirección de Escuela de Post Grado, el dictamen es,

APROBADO

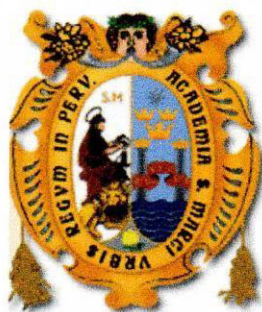
La tesis titulada "*Niveles de Plomo en la Sangre y su Influencia en el Estado del Periodonto de Trabajadores en las Empresas Mineras de Cerro de Pasco – 2010*", con la finalidad de obtener el Grado de Maestría en Ciencias Matemáticas con Especialidad en Bioestadística.

Atentamente,

Lima, 20 de Julio del 2017

Una firma manuscrita en tinta azul que parece decir "Emma Norma Cambillo Moyano".

Mg. Emma Norma CAMBILLO MOYANO
Miembro del Jurado Informante



**UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE
SAN MARCOS**
Facultad de Ciencias Matemáticas
Unidad de Postgrado

VEREDICTO DEL JURADO INFORMANTE DE TESIS

Como Miembro del Jurado Informante de Tesis de la Dirección de Escuela de Post Grado, el dictamen es,

Aprobado

La tesis titulada "*Niveles de Plomo en la Sangre y su Influencia en el Estado del Periodonto de Trabajadores en las Empresas Mineras de Cerro de Pasco – 2010*", con la finalidad de obtener el Grado de Maestría en Ciencias Matemáticas con Especialidad en Bioestadística.

Atentamente,

Lima, 20 de Julio del 2017


Mg. María Estela PONCE ARUNERI
Miembro del Jurado Informante

**Niveles de Plomo en la Sangre y su Influencia en el Estado del Periodonto de
Trabajadores en las Empresas Mineras de Cerro de Pasco**

Por:

César Ivón Tarazona Mejorada

Tesis presentada a consideración del Jurado Evaluador, integrado por el Cuerpo Docente de la Facultad de Ciencias Matemáticas de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, como parte de los requisitos para obtener el Grado Académico de Magister en Bioestadística.

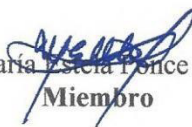
Aprobada por el siguiente jurado:



Mg. Emma Norma Cambillo Moyano
Presidenta



Mg. Ana María Cárdenas Rojas
Miembro



Mg. María Ysela Ponce Aruneri
Miembro



Mg. Edinson Raúl Montoro Alegre
Miembro



Mg. Ysela Domínguez Agüero Palacios
Miembro Asesor

A la memoria de mi padre, Pablo
Tarazona C.

A mi madre, Isabel Mejorada R.

A mi compañera de siempre, Bertha
Ildefonso Y.

A mis hijos, Liliana, Pablo César y
José Iván.

A mi hermana, Irma Tarazona M.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por iluminarme y bendecirme con una buena salud, para culminar satisfactoriamente el presente trabajo de investigación y alcanzar una meta más en la vida.

A la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ciencias Matemáticas, Unidad Post Grado, gracias por haberme permitido la entrada a sus aulas del saber, por lo que me permitió alcanzar una de mis metas.

A la Mg. Ysela Dominga Agüero Palacios, Asesora de Tesis, mil gracias por los aportes en el quehacer científico y haber guiado este trabajo de investigación con mucho entusiasmo y aliento.

A la Mg. Emma Norma Cambillo Moyano, gracias por sus valiosos aportes técnicos en diversos aspectos estadísticos y computacionales.

Quiero expresar mis agradecimientos a los Señores Miembros del Jurado Evaluador, Mg. Emma Cambillo Moyano, Mg. Ysela Agüero Palacios, Mg. Ana María Cárdenas Rojas, Mg. María Estela Ponce Aruneri, y Mg. Edinson Raúl Montoro Alegre; por sus valiosas sugerencias y comentarios, que hicieron posible mejorar la calidad de este trabajo.

A toda mi familia, muchas gracias por el apoyo moral en este proyecto.

A mi padre, Pablo Tarazona, quien, con su ejemplo, me enseñó que la vida había que vivirla con esfuerzo y sacrificio, sin importar las adversidades. Su memoria siempre me infundirá fe y alegría.

Para todas aquellas personas que escapen de mi mente sobre este trabajo, Mil Gracias.

ÍNDICE

	Pág.
CAPITULO 1: INTRODUCCIÓN	1
1.1. Situación Problemática	3
1.2. Formulación del Problema	4
1.3. Justificación Teórica.....	5
1.4. Justificación Práctica	7
1.5. Objetivos:	
1.5.1. Objetivo General	9
1.5.2. Objetivos Específicos	9
CAPITULO 2: MARCO TEÓRICO	
2.1. Antecedentes.....	11
2.2. Bases Teóricas	
2.2.1. Análisis de Homogeneidad.....	16
2.3. Marcos Conceptuales	
2.3.1. Intoxicación de Plomo en la Sangre.....	26
2.3.2. Tejido Periodontal.....	36
2.4. Hipótesis y Variables	
2.4.1. Hipótesis.....	45
2.4.2. Identificación de Variables.....	45
2.4.3. Operacionalización de Variables.....	46
CAPITULO 3: METODOLOGÍA	
3.1. Tipo y Diseño de Investigación.....	50
3.2. Población de Estudio.....	50
3.3. Unidad de Análisis.....	51
3.4. Tipo y Selección de Muestra.....	51
3.5. Técnicas de Recolección de Datos.....	52
3.6. Procedimiento de Análisis de Datos.....	52
CAPITULO 4: RESULTADOS Y DISCUSIÓN	
4.1. Análisis e Interpretación de Resultados.....	53
4.2. Análisis de Homogeneidad.....	70
4.3. Discusión y Conclusiones.....	80
CONCLUSIONES	86
RECOMENDACIONES	87
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	89
ANEXOS	95
GLOSARIO	104

LISTA DE CUADROS

	Pág.
Tabla 01. Características Demográficas de los Trabajadores de Empresas Mineras de Cerro de Pasco.	(54)
Tabla 02. Características Laborales de los Trabajadores de Empresas Mineras de Cerro de Pasco.	(55)
Tabla 03. Higiene Bucal, Estado de Periodonto e Intoxicación por Plomo en los Trabajadores de Empresas Mineras de Cerro de Pasco.	(56)
Tabla 04. Características Demográficas, en Relación con Intoxicación por Plomo en los Trabajadores de Empresas Mineras de Cerro de Pasco.	(58)
Tabla 05. Características Laborales, en Relación con Intoxicación por Plomo en los Trabajadores de Empresas Mineras de Cerro de Pasco.	(61)
Tabla 06. Presencia de Gingivitis, Según Características Demográficas en los Trabajadores de Empresas Mineras de Cerro de Pasco.	(63)
Tabla 07. Presencia de Gingivitis, en Relación a las Características Laborales en los Trabajadores de Empresas Mineras de Cerro de Pasco.	(65)
Tabla 08. Presencia de Periodontitis, Según las Características Demográficas en los Trabajadores de Empresas Mineras de Cerro de Pasco.	(67)
Tabla 09. Presencia de Periodontitis, Asociadas a las Características Laborales en los Trabajadores de Empresas Mineras de Cerro de Pasco.	(68)

Tabla 10. Presencia de Gingivitis o Periodontitis, en Relación a la Concentración de Plomo en Sangre ($\mu\text{g/dl}$) en los Trabajadores de Empresas Mineras de Cerro de Pasco.	(70)
Tabla 11. Resumen del Modelo Respecto a Gingivitis y Factores Demográficos - Laborales.	(71)
Tabla 12. Medidas de Discriminación para las Características Demográficas y Laborales de los Usuarios.	(73)
Tabla 13. Resumen del Modelo Respecto a Periodontitis y Factores Demográficos - Laborales.	(76)
Tabla 14. Medidas de Discriminación Para Periodontitis, Características Demográficas y Laborales de los usuarios.	(77)
Tabla 15. Categorización de Variables (Anexo 9).	(100)

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 01. Producción global y consumo de metales tóxicos, 1850-1990.	(29)
Figura 02. Concentraciones de Plomo en la Sangre de los Trabajadores.	(57)
Figura 03. Medidas de Discriminación según las Características Demográficas y Laborales, Plomo en la Sangre y Gingivitis.	(74)
Figura 04. Diagrama Conjunto de Puntos de Categorías según Características Demográficas y Laborales, Plomo en la Sangre y Gingivitis.	(75)
Figura 05. Medidas de Discriminación según las Características Demográficas y Laborales, Plomo en la Sangre y Presencia de Periodontitis.	(78)
Figura 06. Diagrama Conjunto de Puntos de Categorías en Periodontitis, según Características Demográficas - Laborales y Plomo en la Sangre.	(79)
Figura 07. Concentraciones de Plomo en la Sangre de los Trabajadores, Según Lugar de Nacimiento (Anexo 2).	(96)
Figura 08. Plomo en la Sangre de los Trabajadores, Asociado a su Edad (Anexo 3).	(96)
Figura 09. Concentraciones de Plomo en la Sangre de los Trabajadores, Según Lugar de Residencia (Anexo 4).	(97)
Figura 10. Concentraciones de Plomo en la Sangre de los Trabajadores, Según Grado de Instrucción (Anexo 5).	(97)
Figura 11. Concentraciones de Plomo en la Sangre de los Trabajadores, Según la Empresa Donde Labora (Anexo 6).	(98)
Figura 12. Concentraciones de Plomo en la Sangre de los Trabajadores, Según Puesto de Trabajo (Anexo 7).	(98)

Figura 13. Concentraciones de Plomo en la Sangre de los Trabajadores,
Según Ocupación en su Centro de Trabajo (Anexo 8).

(99)

RESUMEN

Actualmente la intoxicación por plomo se considera un problema de Salud Pública que afecta a todo el país, por esta razón nuestra propuesta al realizar este presente trabajo fue generar información para describir la relación entre el nivel de plomo y el estado del periodonto de los trabajadores de las empresas mineras de la Provincia de Pasco; problemática presente en las diferentes áreas internas mineras, y además contribuir en la identificación de factores laborales y demográficos asociados al nivel de plomo en la sangre. El plomo no tiene ninguna función biológica en los organismos, sin embargo, su utilización en diversas actividades humanas constituye una fuente de exposición para todos los grupos de edad tanto para trabajadores expuestos como para la población en general. En el presente trabajo se pretende determinar los niveles de plomo en la sangre y su relación con el estado del periodonto, tomando en cuenta los factores laborales y demográficos, en el periodo del 2010. El estudio realizado es descriptivo y correlacional, con diseño de corte transversal, realizado en la Provincia de Pasco, la muestra de estudio es de 146 trabajadores mineros. Para el análisis de datos se utilizó la técnica del Análisis de Homogeneidad, el mismo que nos permite estudiar las relaciones de interdependencia entre variables categóricas o cualitativas; es decir, no métricas; ésta técnica va más allá de analizar la relación existente entre las variables, porque permite conocer como está estructurada esta relación.

Para su aporte se encontró correlación entre categorías, tal es de los que tienen más de 32 y menos de 44 µg/dL de plomo en la sangre, el 95.5% presenta gingivitis (leve a severo) y el 4.5% no presenta, a su vez el 72.7% presenta periodontitis (leve a severo) y el 27.3% no presenta; con diagnóstico de 21 a 32 µg/dL el 94.6% presenta gingivitis y el 5.4% no, además el 40.5% presenta periodontitis y el 59.5% no; y los que tienen ≤20 µg/dL de plomo en la sangre, el 74% presenta gingivitis y el 26% no, también el 2% presenta periodontitis y el 98% no. En tal sentido se concluye que la media de plomo en la sangre es de 35 ± 9.5 µg/dL, en un rango de 4 a 44 µg/dL, se halló relación directa entre los niveles de plomo en la sangre y el estado del periodonto determinado por la presencia de gingivitis o periodontitis, se correlaciona los niveles de plomo en la sangre y el estado del periodonto con los factores laborales, tales como el tiempo de servicio en la empresa, ocupación, puesto de trabajo y tiempo en el puesto.

Palabras Clave: Análisis de homogeneidad, estado del periodonto, niveles de plomo en la sangre, factores laborales y factores demográficos.

ABSTRACT

Currently lead poisoning is considered a public health problem that affects the whole country, for this reason our proposal to make this present work was to generate information to describe the relationship between lead levels and the state of periodontal workers mining companies of the Province of Pasco; present problems in

different mining areas inside, and also contribute to the identification of employment and demographic factors associated with the level of lead in the blood. Lead has no biological function in organisms; however, their use in various human activities is a source of exposure for all age groups for both workers exposed to the general population. In the present work it is to determine lead levels in the blood and its relation to periodontal status, taking into account labor and demographic factors in the period 2010. The study was descriptive and correlational, with a cross - sectional design, carried out in Pasco Province; the study sample is 146 mining workers. For the data analysis we used the technique of analysis of homogeneity, which allows us to study the relations of interdependence between categorical or qualitative variables; That is, not metric; His technique goes beyond the analysis of the relationship between variables, since it allows us to know how this relationship is structured.

For its contribution, it was found correlation between categories, such as those with more than 32 and less than 44 μ g / dL lead in the blood, 95.5% presented gingivitis (mild to severe) and 4.5% did not present 72.7% presented periodontitis (mild to severe) and 27.3% did not present; With a diagnosis of 21 to 32 μ g / dL, 94.6% presented gingivitis and 5.4% did not, in addition 40.5% presented periodontitis and 59.5% did not; And those with $\leq 20\mu$ g / dL lead in the blood, 74% have gingivitis and 26% do not, and 2% have periodontitis and 98% do not. In this regard it is concluded that the average blood lead is 35 ± 9.5 mg/dL, in a range of 4-44 mg/dL, direct relationship between levels of lead in the blood and the state of periodontal was found determined by the presence of gingivitis or periodontitis, lead levels in the blood and periodontal status with occupational factors are correlated, so much so the length of service in the company, occupation, job and time on the job.

Keywords: *Analysis of homogeneity, periodontal status, blood lead levels, labor factors and demographic factors.*

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

La principal actividad económica en la Provincia de Pasco, es la minera, pues aquí se encuentran grandes empresas mineras que explotan zinc, plomo y en menor proporción cobre, plata y oro. Las empresas mineras de extracción y procesamiento de plomo son: Volcan Compañía Minera Sociedad Anónima Abierta (Unidad Minera del Cerro de Pasco, con producción nacional de plomo del 20.85%), Compañía Minera Milpo (con producción de 6.34%), Sociedad Minera «El Brocal» (Unidad Minera Colquijirca, con producción nacional de 8.18%), Empresa Administradora Chungar (Unidad Minera Animón, con producción de 7.82%), La mayoría de estas empresas explotan minerales que contienen zinc, plomo, cobre, plata y oro, (Anuario Minero, 2010).

Los minerales de plomo son extraídas de las minas subterráneas o por explotación a tajo abierto, estos minerales existentes en la corteza terrestre los más importantes son la galena (PbS), la cerusita (PbCO_3), la crocoita (PbCrO_4) y la piromorfita ($\text{Pb}_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}$) (Calderón, Jiménez., 1999). Dentro de la metalurgia pasa a un proceso de trituración, reduciendo el mineral hasta un diámetro de 5mm a 20mm; luego pasa a la etapa de molienda, en este caso reduciendo a partículas de tamaño entre 10 y 300 μm ; luego pasa a la etapa de reducción, que mediante reactivos químicos se realiza el proceso de flotación en espuma, obteniendo un concentrado rico en plomo (Ruiz J, Guillén A, 2010). Y que durante estas etapas de procesamiento de minerales de plomo, el trabajador minero se encuentra expuesto a la intoxicación por plomo ya sea por inhalación de partículas finas o por ingesta.

Las principales vías de penetración del plomo al organismo de los humanos, son por la respiración y la vía oral. Por vía respiratoria se inhala vapores, humos y partículas del polvo. El grado de absorción de plomo por esta vía depende de la concentración ambiental en el puesto de trabajo, del tiempo de exposición, de la forma física (vapores, humos, tamaño de partículas) y química del plomo. Por vía oral, las partículas de polvo de plomo son ingeridas directamente a través de las manos, alimentos, bebidas o cigarrillos contaminados en el ambiente de trabajo (Lauwerys, Robert. R. 1992).

El plomo inorgánico no se metaboliza, sino que se absorbe, se distribuye y se excreta directamente (Lauwerys, Robert. R. 1992). La facilidad con que este metal penetra y se distribuye en el organismo obedece a que emplea, entre otros, los mecanismos de transporte para la absorción de calcio, zinc, magnesio y otros metales requeridos por el organismo.

Una vez penetrado el plomo en la sangre, se distribuye en tres compartimentos: en la sangre, en los tejidos blandos (riñón, médula ósea, hígado y cerebro) y en el tejido mineralizado (huesos y dientes). El tejido mineralizado contiene aproximadamente el 95% de la carga corporal total de plomo en los adultos (Ferrer, A. 2003). El plomo en los tejidos mineralizados se acumula en sub compartimentos que difieren en la velocidad de reabsorción del plomo. En el hueso existe un componente lábil, que intercambia rápidamente el plomo con la sangre, y un reservorio inerte. El plomo de este reservorio representa un riesgo especial, pues es una fuente endógena de plomo (Lauwerys, Robert. R. 1992).

El hueso es el territorio preferente de acumulación, en substitución del calcio. A nivel local no genera ningún problema, pero si puede ser origen de reaparición de toxicidad crónica por movilización. El tiempo de vida media del plomo en la sangre es de 25 días en el adulto, 10 meses en el niño, 40 días en los tejidos blandos, 90 días en el hueso trabecular y 10-20 años en el cortical (Lauwerys, Robert. R. 1992, Ferrer, A. 2003).

El plomo depositado en la boca puede inflammar las encías (gingivitis). Y cuando la exposición se mantiene o hay una sobreinfección en las zonas afectadas, se lesiona la membrana periodontal con la consiguiente caída de los dientes (Castel Rodo T. 1992).

En Amberes, Van Gogh sufre un proceso periodontal extendido con caída progresiva de dientes y dolor en toda la boca, lo que le dificultaba ingerir los alimentos; y cuando acude al Odontólogo hace referencia al mal estado de sus encías (Sierra López A., Hardisson de la Torre A. 1994).

1.1. SITUACIÓN PROBLEMÁTICA.-

La intoxicación crónica por plomo es la enfermedad profesional más frecuente en los trabajadores mineros de nuestro país, que no sólo afecta al individuo que trabaja con él sino a los familiares de los obreros.

El plomo afecta la producción de hemoglobina en diversas etapas de su síntesis, esto sucede cuando el nivel de plomo en la sangre alcanza los 40ug/100 ml; los niveles de producción de hemoglobina son mínimos y presentan casos de anemia si el nivel de plomo supera los 70ug/100 ml en la sangre (Barrios, Gustavo, 1991). En el sistema renal se pueden presentar daños en los riñones como consecuencia de la exposición a niveles de plomo muy altos. En el sistema cardiovascular; algunos estudios han mostrado posibles relaciones estadísticas entre la presencia de plomo en la sangre y la alta presión sanguínea. Sin embargo, otros estudios realizados en el Reino Unido, no han encontrado evidencia alguna para apoyar la creencia de que moderados aumentos en la carga corporal de plomo tienen relevancia en los riesgos de enfermedad cardiovascular. También existen evidencias de que afecta el desarrollo intelectual en el comportamiento de los niños, causando de esta manera daños neurológicos.

Existen fuentes accidentales de intoxicación, al ponerse en contacto con ácido acético. Las vías de ingreso generalmente se dan por inhalación, digestiva, vía percutánea (Harrison, 1994).

Los niveles bajos de calcio, hierro y zinc, en el organismo aumenta la absorción de plomo. Esto puede ser eliminado por la orina, heces, sudor, bilis, saliva, pelos y uñas. La vida media del plomo es de 35 días, pero en los huesos puede perdurar de 40 hasta 90 años (Harrison, 1994).

Las manifestaciones clínicas de intoxicación por plomo, por inhalación o por accidentes de beber una solución química que contenga plomo, son náuseas, vómitos,

dolor abdominal. Si se lo hubiera inhalado puede haber desde irritación leve, hasta edema y hemorragia pulmonar (Giglio MJ, Nicolosi LN, 2000).

Otra manifestación es el Ribete de Burton, que se observa en un 30% de los pacientes intoxicados, y corresponde a un ribete color negro grisáceo, en la unión diente – encía. Su formación se debe a la putrefacción de los restos alimenticios unidos al plomo (Echevarría García JJ, 2003). Esto ocasiona generalmente gingivitis crónica, que viene a ser un proceso inflamatorio que afecta el periodonto de protección, alterando las características normales de la encía, produciendo la destrucción de sus estructuras cuando es agredida por el efecto nocivo que produce el metabolismo microbiano de la placa dentobacteriana y la microbiota del surco gingival.

Simultáneamente, existe una respuesta orgánica para reparar los daños hísticos producidos, que comienza inmediatamente al suceder la agresión y se extiende en el curso de su evolución (Bhascar S. N., 1981).

Son riesgo también una serie de factores que favorecen la formación de placa y la microbiota del surco como son el sarro, el apiñamiento dentario, restauraciones deficientes, respiración bucal, presencia de caries y contactos dentarios deficientes, entre otros (Bagan Sebastián J.V. 1995).

Esta gingivitis de no ser tratado oportunamente, se forma la periodontitis, el cual pertenecen a un grupo de enfermedades infecciosas producidas por bacterias presentes en el área subgingival y su interacción desfavorable con el huésped. Se caracterizan por la pérdida de inserción del tejido conectivo y del hueso alrededor del diente (Carranza, F. A. 1993). El inicio y progreso de estas enfermedades están claramente modificados por condicionantes biológicos, sociales, medio ambientales, entre otros denominados factores de riesgo (Bhascar S. N., 1981).

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.-

Cerro de Pasco es una ciudad eminentemente minera donde se extraen minerales y se transforman en concentrados de zinc, plomo y cobre y teniendo a los trabajadores de las empresas mineras “VOLCAN”, “MILPO”, “EL BROCAL” y otras pequeñas empresas; como entes que están expuestos al plomo durante la restauración de los minerales y de estructuras metálicas, haciendo que las personas sean susceptibles a la

intoxicación por dichos minerales la cual va a afectar su salud causando desórdenes fisiológicos con el transcurrir del tiempo.

Ante esta situación objetiva surge la motivación de realizar la presente investigación con el fin de buscar respuesta para la pregunta: ¿Cuáles son los niveles de plomo en la sangre y cuál es su relación con el estado del periodonto, tomando en cuenta los factores demográficos y laborales?, en los trabajadores de las empresas mineras del Departamento de Pasco, Periodo 2010.

1.3. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA.-

El plomo es el gran contaminante químico de los lugares de trabajo y por lo tanto, un grave e importante riesgo para la salud de los trabajadores. Los recuperadores de plomo de fuentes secundarias como, fundiciones, minas de plomo, plantas concentradoras, están expuestos al plomo y a otros metales contaminantes.

La población está expuesta al plomo por la ingesta de alimentos y líquidos contaminados, por inhalación de humos y polvos (la vía de absorción más importante) y por la absorción por vía dérmica (piel indemne) en el caso particular de los compuestos orgánicos (Martínez, C.; Sosa, G., 1994). Los trabajadores mineros pueden ingerirlo por inhalación de polvos, como es el caso en las minas de recuperación de plomo y plantas concentradoras.

La Provincia de Pasco, es eminentemente minera, pues aquí se encuentran, Volcan Compañía Minera Sociedad Anónima Abierta (Unidad Minera del Cerro de Pasco), Compañía Minera Milpo, Compañía Minera Atacocha, Sociedad Minera «El Brocal» (Unidad Minera Colquijirca), Empresa Administradora Chungar (Unidad Minera Animón), Compañía Minera Huarón, Compañía Minera Aurífera Aurex. La mayoría de estas empresas explotan minerales como el zinc, plomo, cobre, plata y oro; teniendo a los trabajadores mineros expuestos al plomo durante el tratamiento de los minerales, de modo que son susceptibles a la intoxicación por dicho mineral con el paso del tiempo.

A nivel de empresas, la producción de plomo está liderado por Volcan Compañía minera (20.85%), seguida en menor porcentaje por Sociedad Minera el Brocal (8.18%), Empresa Administradora Chungar (7.82%), Sociedad Minera Corona

(6.69%), y Compañía Minera Milpo (6.34%). El resto de la producción está dispersa en un gran número de empresas, que en conjunto abarcan un 50% del total nacional (Anuario Minero, 2010). A escala regional, Pasco concentra el 42.23% de la producción nacional de plomo teniendo a la mina “Cerro de Pasco”, de propiedad de Volcan Compañía Minera, como principal productora del referido metal con 41,370 TMF. Esta es además, la mina de plomo más importante del país. La región Lima aporta el 13.69% de la producción nacional, mientras que Junín y Ancash alcanzan casi el 12% cada una (Anuario Minero, 2010).

El diagrama de flujo de un proceso de separación y concentración de un mineral de mena metálica está dada por: Mineral de plomo que generalmente se extraen de las minas – pasa a un proceso de trituración, lo cual el mineral es reducida hasta 5mm de 20mm de diámetro – luego pasa a la fase de molienda, viene a ser la etapa de conminución de partículas minerales, aquí se reducen de tamaño entre 10 y 300 μm – luego pasa a la etapa de concentración – y finalmente a la etapa de reducción, aquí utilizando reactivos químicos se realiza la flotación en espuma, de esta manera obteniendo una pulpa rica en plomo (Ruiz J, Guillén A, 2010). En estas etapas de procesamiento del mineral de plomo, zinc, cobre, entre otros, el trabajador minero se encuentra expuesto a la intoxicación por plomo ya sea por inhalación de partículas finas o por ingesta si no se ha usado adecuadamente las reglas de bioseguridad.

Los problemas de salud laboral causados por plomo suceden principalmente en la metalurgia primaria y secundaria y en minería extractiva, así como en la industria informal de fabricación de acumuladores eléctricos por extracción secundaria de plomo a partir de baterías recicladas (Parmeggiani L, 1989).

El almacenamiento óseo es toxicológicamente importante porque en situaciones patológicas de acidosis, descalcificación, dieta, etc.; se produce una demanda de calcio, el cual se movilizará a partir de los huesos movilizándose el plomo también, por tener un comportamiento similar al del calcio, produciéndose cuadros agudos de intoxicación; el plomo tiene una vida media de 60 a 70 años (Gisbert, J., 1998). Tanto los tejidos blandos como la sangre constituyen las unidades de intercambio activo, mientras que el esqueleto constituye la unidad de almacenamiento o de intercambio lento.

El plomo presente en el organismo puede dividirse en dos tipos: fracción intercambiable y fracción estable. La primera fracción está dada por el plomo que se encuentra en sangre y tejidos blandos; y la segunda fracción se encuentra en huesos y dientes como resultado de una intoxicación crónica (Corey, G.; Galvao, L., 1989).

Los síntomas de intoxicación moderada, son: fatiga general, dificultad para concentrarse, agotamiento muscular, temblor, cefalea, dolor abdominal difuso, vómitos, pérdida de peso, estreñimiento. Pérdida de la libido, esterilidad en varones, trastornos menstruales y abortos, aparición de una línea azul gris de pigmentación en las encías (ribete saturnino o de Burton); se destaca además que el plomo atraviesa la placenta (Martínez, C.; Sosa, G., 1994).

1.4. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA.-

Entre las principales fuentes de contaminación ambiental destacan la explotación minera, la metalurgia, las actividades de fabricación y reciclaje y, en algunos países, el uso persistente de pinturas y gasolinas con plomo (Bhascar S. N., 1981). Las personas pueden verse expuestas al plomo en su puesto de trabajo o en su entorno, principalmente a través de: inhalación de partículas de plomo generadas por la combustión de materiales que contienen este metal (por ejemplo, durante actividades de fundición, reciclaje en condiciones no seguras o decapado de pintura con plomo, o al utilizar gasolina con plomo) (Bhascar S. N., 1981).

En caso de una intoxicación reciente por plomo habrá que hacer medidas de descontaminación digestiva habituales (vaciado gástrico, carbón, catártico, etc.). En la mayoría de los casos la intoxicación es crónica y el tratamiento se basa en retirar al paciente de la fuente del tóxico.

En las intoxicaciones por plomo metal o sus compuestos inorgánicos debe decidirse si se aplica tratamiento quelante con EDTA cálcico disódico, d-penicilamina o dimercaprol (BAL). Los quelantes forman complejos inertes y estables con el plomo, que son excretados por la orina (Cedano K, Requena L., 2007).

En las intoxicaciones agudas o en las agudizaciones de intoxicaciones crónicas, en las que el enfermo esté sintomático, con signos de toxicidad biológica o con plumbemia

superiores a 50 μ /dl debe instaurarse tratamiento Quelante. El EDTA cálcico disódico es el Quelante de elección.

Para las intoxicaciones muy graves (encefalopatía grave) se administrarán dos quelantes: hasta 80mg/kg/día de EDTA (máximo 2g/día) combinado con BAL, 200 mg/m²/4 h por vía intramuscular, durante 5 días.

En casos de pocos síntomas y con niveles de plumbemia menores de 60mcg/dl, se puede usar la prueba de la plumburia provocada por EDTA, para saber si el plomo es "quelable" y, si resulta positiva, se administra una tanda de EDTA. En intoxicaciones crónicas con plumbemia inferiores a 50mcg/dl o, en las intoxicaciones agudas, tras haber completado el tratamiento con EDTA, puede utilizarse la d-penicilamina oral. La dosis de d-penicilamina es de 20-40 mg/kg/día (máximo 2g/día) repartidos en 4 tomas p.o. hasta que la plumbemia sea inferior a 40mcg/dl o la plumburia inferior a 100mcg/24 h. Este fármaco no se puede usar en alérgicos a la penicilina (Cedano K, Requena L., 2007).

En trabajos con plomo, existen muchas empresas mineras que extraen plomo, cobre y zinc. Este metal plomo penetra bien a través de la piel o por inhalación y se elimina a través del tubo digestivo y las mucosas. Durante su eliminación el plomo se combina con el ácido sulfhídrico, formando sulfuro de plomo, que se deposita en la mucosa oral y en los dientes. Este depósito es más acentuado a nivel del reborde gingival y del cuello de los dientes, lo que se denomina el ribete de Burton o el ribete saturnino. Además se pueden observar manchas azuladas, inflamación gingival y ulceraciones necróticas (Hernández Jerez A., 2005).

La Organización Mundial de la Salud (OMS) define como intoxicación por plomo los valores de plumbemia de más de 15 μ g/dl y para el "Center of Disease Control" de los Estados Unidos (CDC) el nivel de intoxicación es cuando los valores de plomo son mayores o iguales a 10 μ g/dl. (Ascione A. I. 2001).

El plomo es un metal pesado que no juega ningún papel en la fisiología humana, por lo que su nivel ideal en la sangre debería ser cero. Actualmente, es prácticamente imposible encontrar alguna persona en la que no se detecte algún nivel de plomo en la sangre.

El trabajador minero del departamento de Pasco, que labora en las minas o tajo abierto, en el proceso de extracción de los minerales de plomo, está expuesto a la contaminación por plomo, por ello este trabajador debe cumplir estrictamente con las reglas o medidas de seguridad, toda vez que permita evitar o disminuir el riesgo de contaminarse. Asimismo, la alimentación es muy importante en estas áreas de trabajo, la alimentación del trabajador debe contener nutrientes ricos en calcio, puesto que a falta de calcio el plomo ocupa su lugar. De la misma forma, en la metalurgia durante el proceso de liberación o separación de minerales valiosos de los minerales de desecho o ganga, pasa por una serie de etapas tales como chancado o trituración de minerales, luego pasa al proceso de molienda y luego a la etapa de flotación, de esta manera obteniendo un concentrado de plomo, cobre y zinc entre otros (Ruiz J, Guillén A, 2010). Durante estas etapas de procesamiento se libera partículas muy finas que en ocasiones es inhalado por el trabajador minero en esta zona de trabajo (Lauwerys, Robert. R. 1992), por lo mismo es de gran importancia el uso adecuado de las medidas de bioseguridad, como por ejemplo el uso de mascarillas, y otros protectores de la contaminación, también la alimentación sustancial y nutriente del trabajador minero es muy importante.

1.5. OBJETIVOS.- 1.5.1. OBJETIVO GENERAL.-

“Determinar los niveles de plomo en la sangre y su relación con el estado del Periodonto, tomando en cuenta los factores demográficos y laborales, en trabajadores de empresas mineras del departamento de Pasco, durante el periodo del 2010”.

1.5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.-

- Identificar los niveles de plomo en la sangre, en los pacientes mineros de la Provincia de Pasco, según sus características demográficas y laborales.
- Evaluar las principales características clínicas objetivas del periodonto, respecto a la presencia de gingivitis: color, textura, consistencia, sangrado, margen – papilo, exudado y adyacente al LAC; según sus características demográficas y laborales.
- Evaluar las principales características clínicas objetivas del periodonto, respecto a la presencia de periodontitis: pérdida de inserción (debajo del LAC), presencia de

bolsas periodontales, reabsorción ósea y movilidad dentaria; según sus características demográficas y laborales.

- Determinar la relación entre los niveles de plomo en la sangre a nivel sistémico, con las manifestaciones clínicas que se le puedan atribuir al estado del periodonto, en base a los factores demográficos y laborales.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES.-

Hurtado, Carlos Mauricio; Gutiérrez, Myriam; Echeverry, Jairo; (2008). En un estudio acerca de los aspectos clínicos y niveles de plomo en niños expuestos de manera paraocupacional en el proceso de reciclaje de baterías de automóviles en las localidades de Soacha y Bogotá, D.C. Examinaron 32 menores de 12 años, la mayoría en etapa escolar; todos presentaban altos niveles de plomo (dos a nueve veces el valor máximo aceptable) y dos tercios de ellos se encontraban con intoxicación grave. La serie de expuestos es significativamente sintomática en relación con los hallazgos sugestivos de intoxicación por plomo. Los niños con mayores niveles de plomo tenían la tendencia a presentar un mayor compromiso hematológico y a hacer manifiesto el ribete de Burton. Conclusión. Este trabajo descriptivo aporta un claro signo de alarma ante las autoridades sanitarias y de gobierno, a fin de tomar medidas tendientes a disminuir la exposición ocupacional, o paraocupacional de los niños, al reciclaje de baterías, mediante un programa de prevención y tamización en municipios y localidades del área metropolitana de Bogotá y Soacha.

Elena M. Trasobares Iglesias, (2010). En un estudio sobre “Plomo, Mercurio en Sangre en una Población Laboral Hospitalaria y su Relación con Factores de Exposición”, en la Facultad de Farmacia de la Universidad Complutense de Madrid, manifiesta en sus resultados que, un grupo especialmente vulnerable, serían las personas mayores de 65 en las que la exposición ambiental al plomo ha sido continua y elevada durante casi 50 años ya que el plomo se acumula principalmente en los huesos y puede constituir una fuente de exposición endógena, asimismo en el estudio

se ha hallado que un 6% de las mujeres menopáusicas participantes tienen concentraciones de plomo $\geq 4,5\mu\text{g/dL}$, representando el 71% de los participantes con concentraciones superiores a esta cifra. Llegando a la conclusión que la edad, la menopausia, la antigüedad de la vivienda, la afición a la pintura y guardar alimentos en recipientes de barro son factores asociados independientemente con la presencia de concentraciones de plomo $\geq 2\mu\text{g/dL}$.

En el estudio de Tesis Ad Gradum de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala, realizado por Velásquez, S., “Saturnismo en Guatemala”, se concluyó que la aparición de síntomas clínicos de intoxicación crónica por plomo podían aparecer hasta después de años de acumulamiento, ocasionado por una lenta absorción y excreción del metal ya que en la mayoría de los casos, la concentración de plomo circulante en la sangre, fue proporcional al tiempo de exposición; en algunos casos, las personas buscan atención médica por diversos síntomas característicos de la intoxicación, habiéndose determinado una concentración sanguínea inferior a $60\mu\text{g}/100\text{ ml}$ de sangre, pero superior al nivel normal de $50\mu\text{g}$ de plomo/ 100 ml de sangre, (Velásquez, 1980).

McKelvey W, Gwynn RC, Jeffery N, Kass D, Thorpe LE, Garg RK, et al, (2007). En un estudio sobre “A biomonitoring study of lead, cadmium, and mercury in the blood of New York city adults”. Tomando en cuenta los resultados del “Third Nacional Health and Nutrition Examination Survey (NHANES)”, en el que participaron 13946 adultos y seguidos durante 12 años en Estados Unidos, manifiesta una asociación significativa entre mortalidad por infarto de miocardio e ictus y niveles de plomo $\geq 2\mu\text{g/dL}$, además de una asociación significativa con nivel de estudios y nivel de ingresos, por lo que la exposición ambiental al plomo incluso a niveles bajos es un determinante de mortalidad cardiovascular en la población general.

Piazuelo Morer, Vicente; (1981). En un estudio de plumbemia en trabajadores metalúrgicos. Llega a las conclusiones de que, los datos obtenidos en Cali indican que los niveles de plomo inferiores a $50\text{microgramos}/100\text{ ml}$ de sangre pueden alterar la hemopoyesis y que la alteración aumenta con la concentración de Pb. La distribución del plomo en la población laboral estudiada es máxima entre 26 y $50\text{ microgramos}/100$

ml de sangre. La plumbemia es más alta en quienes trabajan en la fabricación de tipos para imprenta.

En la década del 90, con la privatización de la Compañía Minera Centromin Perú, hoy Volcan Compañía Minera Sociedad Anónima Abierta (Unidad Cerro de Pasco), se realizó un examen de Salud Ocupacional aproximadamente a 600 trabajadores mineros de las diferentes áreas de trabajo, mediante el Programa de Centro de Prevención y Riesgos de Trabajo CEPRIT – EsSalud – Pasco (antes IPSS), encontrando que más del 70% de los trabajadores mineros presentaban problemas pulmonares obstrucción crónica, problemas estomatológicos y problemas osteomusculares (Osorio Alania, V., 2003). Entre los trabajadores con problemas estomatológicos, el 50% presentaban signos de evidencia clínica característica de intoxicación, se observaron problemas gingivales y en piezas dentales, de moderado a severo, medidos mediante el ribete de Burton¹, (Melinda M., Valdivia I., 2005).

Glenda Marina Pacay Ponce, (1999), en un estudio sobre la manifestación bucal (línea de Burton) por intoxicación crónica de plomo en trabajadores de alfarerías del Departamento de Jalapa. Menciona que de acuerdo a los resultados de frote periférico, ambos sexos fueron afectados en proporciones similares. También que la totalidad de niños y ancianos estaban afectados debido a que son personas que nacieron y han crecido en un ambiente donde están expuestos a contaminación plúmbica. Un dato interesante de este estudio, fue el hecho de encontrar en piezas dentales una pigmentación de color gris perla, siguiendo el contorno cervical de las piezas, de aproximadamente un mm de diámetro, con superficie lisa y no es removible. También se encontró que más del 50% de la población estudiada presentó pigmentación de piezas dentarias, el 100% de la población que tuvo resultado positivo al frote periférico presenta esta manifestación clínica oral, que puede deberse a la intoxicación crónica por plomo.

¹ **Ribete de Burton:** (Grisolle, 1836; Burton, 1840). Sinónimo: RIBETE PLÚMBICO O SATURNINO. Ribete violáceo o negruzco situado sobre las encías, a nivel del cuello de los dientes. Indica una intoxicación crónica por el plomo, y se observa especialmente en las intoxicaciones ocupacionales (minería del plomo, pintores, plomeros, etc.).

María del Carmen Gaztañaga Ruiz; (1999), en el 3er encuentro latinoamericano sobre calidad del aire y salud, en el II taller de aire limpio para Lima-Callao, sobre enfoque en los impactos en la salud. Comenta que en un estudio realizado en Lima Metropolitana y Callao, sobre niveles de plomo en la población infantil, tuvo como resultado que por cada 10µg de plomo en la sangre, disminuye en 2.5 el coeficiente intelectual. Una población por encima de 20µg/dl tendría de 3 a 7 veces mayor riesgo de reprobación algún año escolar.

Víctor Osorio Alania, (2003), realizó un estudio sobre la determinación de efectos adversos sobre órganos blancos en población expuesta a emisiones de plomo, efectuado en adultos y niños de Paragsha, Champamarca y Huayllay (Provincia de Pasco). En el estudio de plomo en sangre en niños encontró: que 25 niños, concentraban de doce a catorce microgramos de plomo por decilitro de sangre (12 a 14ug/dl), siendo el límite máximo permisible, 10 microgramos por decilitro de sangre (10ug/dl), recomendado por la Organización Mundial de la Salud “OMS”. De igual forma en el mismo estudio sobre plomo en sangre en adultos, encontró que registraban índices mayores o iguales a veinte microgramos por decilitro de sangre (20ug/dl). De acuerdo con el Instituto Nacional de Salud, los valores normales de plomo en sangre, en adultos no expuestos ocupacionalmente es menos de veinte microgramos por decilitro de sangre (20ug/dl) y menos de diez microgramos por decilitro de sangre (10ug/dl) en niños. Los límites de tolerancia biológicos (LTB) en personas expuestas ocupacionalmente son de 40ug/dl en varones adultos y de 30ug/dl en mujeres en edad fértil (Corey, G.; Galvao, L., 1989); los síntomas son: dolores abdominales, pesadez del cuerpo, complicaciones neurológicas (disminución de rendimiento académico), cansancio, letanía y merma de la longevidad (Martínez, C.; Sosa, G., 1994).

Eduardo Touyá y Gloria Ruocco; (2001), en un estudio sobre contaminación del plomo en niños del barrio La Teja – Montevideo – Uruguay. Sometieron a los niños a pruebas clínicas, dando como resultado que, la población de estudio de niños entre 0–10 años presentaban una plumbemia de 50µg/dl de sangre, causando severos efectos neuro comportamentales tales como dificultades en lecto-escritura y dificultades en el aprendizaje.

Claudia Marisol Trejo Martínez, (1998), En la Universidad San Carlos de Guatemala, presenta en una tesis acerca de contaminación de plomo en sangre. La comparación de los resultados obtenidos, permitió confirmar que el exceso de plomo en el organismo es un probable problema de Salud Pública, provocado por diferentes fuentes de contaminación, tanto naturales, industriales, domésticas artesanales y otras. Llegando a la conclusión que, las personas que vivían más cerca del lugar en donde se ubicaba la industria recuperadora de metal, presentaban mayor exposición al metal, ya que los casos de dicho grupo sobrepasaron los niveles permitidos de plomo en sangre, por lo que eran personas ambientalmente expuestas.

Ramírez, A. (2008), desarrolló su estudio “Exposición a plomo en trabajadores de fábricas informales de baterías en cuatro fábricas de baterías del sector informal en Perú”. Comparando los resultados de los niveles de plomo sanguíneo de los trabajadores con variables de salud e higiene ocupacional con el fin de determinar la asociación entre plomo sanguíneo y síntomas de saturnismo, obtuvo como resultado que el promedio de plomo sanguíneo fue de $37.7\mu\text{g/dL}$ (rango: 13.5 a 72.3), encontrando una asociación estadística significativa entre el plomo sanguíneo elevado y síntomas de saturnismo ($p<0.05$), trabajo como soldador-fundidor ($p<0.001$) y malos hábitos de higiene ocupacional ($p<0.05$).

En el estudio realizado por Corzo, G. y Naveda, R. (1998), Titulado “Exposición ocupacional a plomo en unidades productivas en Maracaibo, Venezuela”, se realizó un estudio médico ocupacional en 40 trabajadores pertenecientes a unidades productivas dedicadas a labores de telecomunicaciones, 22 a mecánica de radiadores de automóviles y 11 a reparación de acumuladores eléctricos; a quienes se les practicó historia médico ocupacional y se les determinó las concentraciones de plomo en sangre y en su medio ambiente laboral. Se evaluaron además 73 sujetos no expuestos ocupacionalmente a riesgos por plomo, sin antecedentes familiares patológicos y ocupacionales, sanos al momento del examen, a quienes se les determinó los niveles de plomo séricos. Los valores promedio de plumbemia en la población expuesta estuvieron por encima de $30\mu\text{g/dL}$, (técnicos en telecomunicaciones, $40\mu\text{g/dl}$; mecánicos de radiadores, $37\mu\text{g/dl}$ y reparadores de acumuladores, $45\mu\text{g/dl}$) y fueron significativamente mayores que los de la población no expuesta ($16\mu\text{g/dl}$; $p<0,0001$), (Corzo y Naveda, 1998).

Verónica Sepúlveda, (2000), en un estudio sobre contaminación por plomo en la salud, menciona que la exposición crónica a niveles altos de plomo en sangre, se asocia a alteraciones neurofisiológicas, electro encefalografías, defectos en la audición y disminución en la velocidad de conducción nerviosa. A su vez menciona que, cuando los niveles de plomo en la sangre sobrepasan los $70\mu\text{g/dl}$, la intoxicación puede provocar coma cerebral y muerte.

2.2. BASES TEÓRICAS:

2.2.1. ANALISIS DE HOMOGENEIDAD.-

El objetivo del análisis de homogeneidad es describir las relaciones entre dos o más variables categóricas múltiples en un espacio de pocas dimensiones. Dichas dimensiones contienen las categorías de las variables, así como los objetos pertenecientes a dichas categorías. La forma de visualizar dichas dimensiones es a través de Mapas Perceptuales. Un mapa perceptual está compuesto de ejes de coordenadas y puntos. Los puntos representan a objetos y categorías de las variables. Los ejes (dimensiones) definen el espacio de representación de los puntos. Mediante esta técnica, además de evaluar las relaciones entre variables, permite conocer la relación entre las categorías de una misma variable y entre las categorías de distintas variables, (Visauta, V., 1998).

Las dimensiones se obtienen en forma jerárquica de modo que el primero es el más importante, el segundo el siguiente en importancia y así sucesivamente. Como el procedimiento consiste en una transformación, la importancia de las dimensiones está determinada por la capacidad de replicar las asociaciones en la información original, (Michailidis y De Leeuw, 1998). Por ejemplo, en modelos con variables altamente asociadas, los objetos y categorías serán mejor proyectadas y con menor distorsión sobre las dimensiones. Mientras que, en modelos con variables menos asociadas la proyección de los puntos presentará gran distorsión.

Para caracterizar los objetos y categorías en un plano o espacio es necesario transformar variables nominales en numéricas, para ello, se utiliza el procedimiento de cuantificación óptima, y se obtienen puntajes para cada dimensión. Los puntajes se denominan “puntajes objetos”, cada puntaje objeto es la cuantificación de la

combinatoria de categorías de un caso, por ejemplo si 2 casos poseen las mismas categorías de respuesta, obtienen idéntico puntaje objeto, mientras si 2 casos poseen diferentes categorías dicho puntaje es diferente y lejano. Los puntajes se acercan a medida que comparten categorías de respuesta.

En resumen, el análisis de homogeneidad consiste en la creación de nuevas dimensiones. La mayoría de las veces el modelo genera más de dos dimensiones, pero en la práctica, se utilizan las dos primeras dimensiones para interpretar las relaciones. Los textos de análisis de datos fundamentan la utilización solo de las dos primeras dimensiones, debido a que los mapas perceptuales con más dimensiones complejizan el análisis y son de difícil interpretación, (Ledesma, 2008).

Las técnicas de escalamiento óptimo permiten una aproximación con modelos para variables categóricas. Específicamente, permiten analizar conjuntos de datos categóricos que tengan muy pocas observaciones, o demasiadas variables o demasiadas categorías. Las técnicas para estimar los parámetros utilizan el procedimiento de alternancia de mínimos cuadrados. Dicho procedimiento consiste en un método iterativo en 2 fases: la primera, una estimación del modelo propiamente tal; y la segunda, escalamiento óptimo, es decir cuantificación de categorías. Estas dos fases se van alternando iterativamente hasta alcanzar la convergencia. En la fase de escalamiento óptimo las variables son analizadas de acuerdo a una escala de medida especificada previamente, (Pérez, C., 2004).

Las variables pueden ser escaladas (ordenadas), en forma diferente a su nivel de medida para ser cuantificadas. La utilización en la técnica, de un escalamiento diferente al nivel de medida permite captar de mejor forma las relaciones existentes entre las variables. Para los procedimientos de escalamiento óptimo, existen tres niveles básicos de escalamiento: El nivel nominal múltiple, donde los valores de una variable representen categorías no ordenadas - El nivel ordinal, implica que los valores de una variable representen categorías ordenadas - El nivel numérico, implica que los valores de una variable representen categorías ordenadas con una métrica significativa, de manera que la comparación de distancias entre categorías sea adecuada, (Correa L., 2008),.

En el Análisis de Homogeneidad mediante el sistema GIFI, viene a ser una técnica específica de cuantificación óptima múltiple que encuentra cuantificaciones que son óptimas en el sentido de que las categorías son separadas de las otras, tanto como sea posible. Esto implica que los objetos en la misma categoría son graficados lo más cerca, mientras que objetos en categorías diferentes son graficados lo más alejado posible. El análisis de homogeneidad cuantifica los datos (categóricos) nominales mediante la asignación de valores numéricos a los casos (los objetos) y a las categorías. El sistema GIFI, considera dos aspectos muy importantes: La implementación de la escala óptima de las variables a través de algoritmos de Mínimos Cuadrados Alternos, y el énfasis en la representación geométrica de la solución, (Gifi, 1990).

GIFI (1990) define el análisis multivariante como el estudio de sistemas de variables aleatorias correlacionadas o de muestras aleatorias de tales sistemas. Estos sistemas siempre estarán referenciados en espacios multidimensionales, lo que dificulta su representación y, por tanto, su interpretación. Uno de los principales objetivos de muchas técnicas multivariante es la reducción de la dimensionalidad, con el fin de facilitar la representación e interpretación de tales sistemas, con la menor pérdida posible de información. En este contexto aparece el concepto de homogeneidad, que conlleva la idea de que diferentes variables comparten información o redundan en la medición de ciertos aspectos (GIFI, 1990). A mayor información compartida, mayor será la homogeneidad de ese grupo de variables y más eficientes serán las técnicas de reducción de dimensionalidad.

Puesto que, en la práctica, los sistemas multivariante nunca tienen máxima homogeneidad (las variables pueden compartir información, pero no todas miden exactamente lo mismo), la reducción de la dimensionalidad siempre conlleva pérdida de información, la cual puede medirse a través de una función de pérdida (Loss Function). Las funciones más usadas para tal efecto se construyen promediando las sumas de cuadrados de las diferencias entre el vector de puntuaciones de los individuos y cada una de las variables transformadas, (Correa L., 2008), la función de pérdida está dado por la siguiente expresión:

$$\sigma(y,a) \equiv m^{-1} \sum_j SSQ(y - a_j x_j)$$

dónde: $\sigma(y,a)$: Función de pérdida en los
parámetros y y a . m : Número de variables.

SSQ : Suma de cuadrados.

y : Vector de puntuaciones de los individuos.

a_j : Ponderación o transformación aplicada a la j -ésima variable.

x_j : j -ésima columna de la matriz $X_{(n \times m)}$.

Una alternativa a la descomposición en valores y vectores propios de la matriz $X'X$ para la obtención del vector de puntuaciones y , consiste en minimizar la función de pérdida, de allí viene el nombre de escalamiento óptimo, el cual se denomina a cualquier técnica generadora de transformaciones que minimicen una función de pérdida, es decir, que minimicen la pérdida de información que se produce al reducir la dimensionalidad del sistema multivariante, con base en un modelo dado, (Correa L., 2008).

Como parte integral de las técnicas que conforman el sistema Gifi, el algoritmo computacional que más se ha utilizado para resolver problemas de escalamiento óptimo (minimizar funciones de pérdida con base en un modelo de análisis dado) es el de los mínimos cuadrados alternados, que usualmente se denomina mediante la sigla ALS, por sus iniciales en inglés: Alternating Least Squares. La principal ventaja de este algoritmo es su generalidad, lo que lo hace aplicable en una amplia gama de situaciones.

En general, las funciones de pérdida tienen dos conjuntos de parámetros: uno de ellos relacionado con las puntuaciones de los individuos, y el otro, con las transformaciones de las variables. El ALS es un algoritmo iterativo, es decir, que converge a la solución a través de ciclos. Cada ciclo consta de varias etapas: en una se estiman las puntuaciones óptimas para unos valores dados de las transformaciones, y en otra se estiman las transformaciones óptimas para unas puntuaciones dadas. Estas etapas se alternan, actualizando en cada una de ellas los valores de un conjunto de parámetros con base en los valores obtenidos en la etapa anterior para el otro conjunto. Esto genera una secuencia decreciente de valores para la función de pérdida, que converge a una

constante a medida que los parámetros se estabilizan. El proceso se da por terminado cuando la diferencia obtenida entre dos sucesivas iteraciones sea menor que un criterio de parada definido por el usuario.

Si en la expresión de función de pérdida antes mencionado, se hiciera que, $y=0$ y $a=0$, se obtendría una solución trivial; para evitar se imponen restricciones sobre y o sobre a , de manera que tengan norma unitaria.

Con el fin de minimizar la función de pérdida, los pasos correspondientes al algoritmo ALS con puntuaciones normalizadas (Correa L., 2008), se muestran a continuación:

- Elegir un vector arbitrario de ponderaciones, a , de tamaño m y diferente de cero, para iniciar el algoritmo.
- Actualizar el vector de puntuaciones, y . $y \leftarrow Xa / m$
- Normalizar el vector de puntuaciones, y .

$$y \leftarrow y(y' y)^{-1/2}$$
- Actualizar el vector de ponderaciones, a .

$$a \leftarrow X' y$$
- Evaluar la convergencia, si el valor de la diferencia entre la función de pérdida obtenida en esta iteración y la función de pérdida obtenida en la iteración anterior satisface el criterio de parada elegido por el usuario, se da fin al proceso, en caso contrario, se vuelve al primer paso.

El algoritmo ALS con ponderaciones normalizadas, sería análogo:

- Elegir un vector arbitrario de puntuaciones, y , de tamaño n y diferente de cero, para iniciar el algoritmo.
- Actualizar el vector de ponderaciones, a . $a \leftarrow X' y$
- Normalizar el vector de ponderaciones, a .

$$a \leftarrow a (a' a)^{-1/2}$$
- Actualizar el vector de puntuaciones, y .

$$y \leftarrow Xa / m$$
- Evaluar la convergencia, si el valor de la diferencia entre la función de pérdida obtenida en esta iteración y la función de pérdida obtenida en la iteración anterior satisface el criterio de parada elegido por el usuario, se da fin al proceso, en caso contrario, se vuelve al primer paso.

Una de las características que le otorga mayor versatilidad al sistema Gifi, es su capacidad de manejar sistemas multivariante mixtos, es decir, conformados por variables con diferentes escalas de medición. Tal y como indica YOUNG (1981), siempre que exista un procedimiento de mínimos cuadrados para el ajuste de un modelo particular a datos cuantitativos, podrá usarse escalamiento óptimo mediante ALS para obtener un ajuste análogo de dicho modelo, usando datos cualitativos o una combinación de variables con diferentes niveles de escalamiento.

Las técnicas del sistema Gifi, que aquí consideramos exigen que todas las variables sean discretizadas o categorizadas antes de ser procesadas mediante escalamiento óptimo, al someter un sistema multivariante a un proceso de escalamiento óptimo, la cuantificación de las categorías se genera mediante la transformación de las variables. El tipo de transformaciones que se utiliza para cuantificar una variable específica, depende de la elección del usuario con respecto al nivel de escalamiento de dicha variable (scaling level), (Michailidis y De Leeuw, 1998).

Cada nivel de escalamiento define una familia de transformaciones permisibles, según Van der BURG, et ál. 1994, se utilizan transformaciones lineales para las variables escaladas a nivel numérico; transformaciones monótonamente ascendentes para las variables escaladas a nivel ordinal; y transformaciones isomórficas para las variables escaladas a nivel nominal. GIFI (1990) clasifica las técnicas del análisis multivariante en lineales, monótonas y no lineales con base en la invarianza de los resultados bajo los diferentes tipos de transformaciones uno a uno, aplicadas a las variables aleatorias. En general, se dice que una técnica es no lineal si incluye transformaciones no lineales entre el conjunto de posibles transformaciones, aun cuando en algunos casos particulares no se haga uso de las mismas, (Gifi, 1990).

Formando parte también de las transformaciones no lineales, en el presente trabajo consideramos las transformaciones isomórficas, que se aplican al elegir el nivel de escalamiento nominal. Este tipo de transformación es el que conlleva menos restricciones; lo único que debe satisfacer es que a todas las observaciones correspondientes a una categoría se les asigne el mismo número real, sin que tenga que satisfacerse ninguna relación entre los valores asignados a diferentes categorías de una misma variable.

El nivel de escalamiento nominal es el más flexible, seguido del escalamiento ordinal, siendo el escalamiento numérico el menos flexible o el que más restricciones conlleva. La utilización de un nivel de escalamiento más flexible que aquel que correspondería naturalmente a la escala de medición de la variable puede resultar útil para evaluar posibles relaciones no lineales de una variable con otras variables del sistema, en particular, cuando se cree que las distancias definidas por la escala de medición pueden no estar muy acordes con el papel desempeñado por la variable en el contexto estudiado.

El objetivo de HOMALS es describir las relaciones entre dos o más variables nominales en un espacio de pocas dimensiones que contiene las categorías de las variables, así como los objetos pertenecientes a dichas categorías. Los objetos pertenecientes a la misma categoría se representan cerca los unos de los otros, mientras que los objetos de diferentes categorías se representan alejados los unos de los otros. Cada objeto se encuentra lo más cerca posible de los puntos de categoría para las categorías a las que pertenece dicho objeto, (Michailidis y De Leeuw, 1998).

El análisis de homogeneidad es similar al análisis de correspondencias, pero no está limitado a dos variables. Es por ello que el análisis de homogeneidad se conoce también como el análisis de correspondencias múltiple. También se puede ver el análisis de homogeneidad como un análisis de componentes principales para datos nominales.

El análisis de homogeneidad es más adecuado que el análisis de componentes principales típico cuando puede que no se conserven las relaciones lineales entre las variables, o cuando las variables se miden a nivel nominal. Además, la interpretación del resultado es mucho más sencilla en HOMALS que en otras técnicas para datos categóricos, como pueden ser las tablas de contingencia y los modelos log lineales. Debido a que las categorías de las variables son cuantificadas, se pueden aplicar sobre las cuantificaciones técnicas que requieren datos numéricos, en análisis subsiguientes.

Puesto que una de las fortalezas del Sistema Gifi, es su capacidad para manejar datos mixtos, las funciones de pérdida más generales no están basadas en la matriz X , que contiene los valores de las variables, como se mostró en la expresión anterior, sino en una matriz indicadora completa G , que tiene una columna para cada uno de los

posibles valores de cada variable, es decir se tendrá una submatriz G_j para cada una de las columnas de X , con tantas columnas como valores asuma la correspondiente variable. La matriz G se conforma por yuxtaposición del conjunto de matrices G_j . En consecuencia, una función de pérdida más general, la cual permite obtener una matriz de puntuaciones, $Y (n \times p)$, en lugar de un vector, está dada por la siguiente expresión:

$$\sigma(Y, Q) \equiv m^{-1} \sum_j SSQ(Y - G_j Q_j)$$

dónde: $\sigma(Y, Q)$: Función de pérdida en los parámetros

Y y Q .

m : Número de variables.

SSQ : Suma de cuadrados.

Y : Matriz $n \times p$ de puntuaciones de los individuos.

G_j : Matriz indicadora correspondiente a la j -ésima columna de la matriz X .

Q_j : Matriz de cuantificaciones de las categorías de la j -ésima variable.

La solución HOMALS es equivalente a la del Análisis de Correspondencias Múltiples cuando toda la marginal fila de la matriz indicadora completa (La matriz G que se conforma por yuxtaposición del conjunto de matrices G_j) son iguales al número de variables, es decir, cuando todos los individuos cuentan con observaciones en todas las variables (cuando no hay datos faltantes). Desde el punto de vista práctico, la principal diferencia entre el Análisis de Correspondencia Múltiple y el HOMALS radica en el hecho de que en adición a las cuantificaciones de las categorías de las variables, el HOMALS también genera puntuaciones para los individuos, las cuales pueden representarse conjuntamente con las cuantificaciones de las categorías (Michailidis y De Leeuw, 1998).

Los estadísticos que se obtienen del análisis de homogeneidad son las frecuencias, autovalores, historial de iteraciones, puntuaciones de objeto, cuantificaciones de categoría y medidas de discriminación. Asimismo, los gráficos que el análisis efectúa

son los gráficos de las puntuaciones de objeto, gráficos de las cuantificaciones de categoría y gráficos de las medidas de discriminación.

Los diferentes niveles a los que se puede escalar cada variable imponen distintas restricciones en las cuantificaciones. Una manera de validar las transformaciones realizadas, es a través de los gráficos de transformación. Los gráficos de transformación, para cada variable, despliegan en el eje horizontal el código de la categoría original, y en el eje vertical las cuantificaciones óptimas. El objetivo de los gráficos de transformación es ilustrar la relación entre las cuantificaciones y las categorías originales resultantes del escalamiento óptimo seleccionado.

Se han propuesto varios enfoques y formas de cómputo del análisis multivariado de datos categóricos. Entre ellos, el denominado sistema Gifi, (Gifi, 1990) - implementado en SPSS por el grupo Teoría de Datos de la Universidad de Leiden. Este sistema es un conjunto de métodos multivariados desarrollados en base al algoritmo denominado ALS (Alternating Least Squares). La solución del Análisis de Homogeneidad por ALS se conoce como HOMALS ('Homogeneity Analysis by ALS') y puede encontrarse, entre otros programas, en el módulo Categories de SPSS (Neulman, Heiser y SPSS Inc., 2005) disponible a través de la opción Reducción de datos / Escalamiento Óptimo del menú de análisis del programa. Cabe señalar que, si bien las versiones de SPSS posteriores a la 13.0 incluyen la opción 'Análisis de Correspondencias Múltiples'. Se trata básicamente de un cambio en la denominación; en esencia el programa realiza un Análisis de Homogeneidad por ALS, como lo explica la misma ayuda del programa, (Ledesma, 2008).

Las puntuaciones filas se obtienen a través de un algoritmo matemático y luego permiten cuantificar las categorías. Por consiguiente, la finalidad del análisis de homogeneidad es conseguir cuantificaciones de los objetos/sujetos (objet scores) y, por tanto, de las categorías de las variables (category quantifications) que sean óptimas (optimal scores) en el sentido de que las categorías estén separadas unas de otra de la dimensión o dimensiones estudiadas tanto como sea posible y, a su vez, dentro de cada categoría los sujetos estén lo más próximos unos a otros, es decir, con puntuaciones homogéneas entre sí (de ahí el nombre de análisis de homogeneidad), (Visauta, V., 1998).

Una variable tiene tantas nubes de puntos como categorías. La nube representa a los puntajes de los sujetos/objetos dentro de la categoría, dentro de la cual además hay un centroide. En términos ideales debería producirse la máxima distancia entre cada una de las nubes de puntos (categorías) y la mínima entre las puntuaciones objetos al interior de cada una. El paquete estadístico genera un ciclo de iteraciones entre los datos de entrada y los resultados, es decir implica la depuración progresiva de datos, la creación, re-codificación o eliminación de categorías, etc. Por lo mismo lo que busca es alcanzar el resultado más cercano al descrito, es decir, la máxima heterogeneidad entre las nubes y la máxima homogeneidad entre los puntos al interior de cada una de ellas, (Pérez, C., 2004).

2.2.1.1. Interpretación del Análisis de Homogeneidad.-

- Proximidad entre individuos en términos de parecido, dos individuos se parecen si tienen casi las mismas modalidades. Es decir, dos individuos están próximos si se han elegido globalmente las mismas modalidades.
- Proximidad entre modalidades de variables diferentes en términos de asociación, son cercanos puesto que globalmente están presentes en los mismos individuos. Es decir, dos modalidades están próximas si han sido elegidas globalmente por el mismo conjunto de individuos.
- Proximidad entre modalidades de una misma variable en términos de parecido: (a) son excluyentes por construcción; (b) si son cercanas es porque los individuos que las poseen presentan casi el mismo comportamiento en las otras variables.
- Existe asociación entre variables si se rechaza la hipótesis nula de independencia. Aún sin rechazarse la existencia de grandes diferencias en los porcentajes de varianza explicada de los distintos factores, se interpretaría en términos de asociación de variables.
- Buscamos los puntos (categorías) que más contribuyan (contribuciones absolutas) a la inercia de la dimensión.

- Buscamos los puntos (categorías) mejor explicados por un factor (contribuciones relativas). Cuanto mayor sea la contribución relativa mejor representada está la categoría en el factor.
- Los cosenos al cuadrado permiten saber si un punto está bien representado sobre el eje factorial. La calidad de la representación de un punto sobre el eje será tanto mayor cuanto más próximo a uno esté el coseno al cuadrado.
- La proximidad entre categorías de variables se interpreta en términos de asociación o dependencia. Una regla que se suele utilizar es que se pueden considerar categorías próximas aquellas que forman ángulos menores de 60 grados.
- Para interpretar los factores se buscan categorías contrapuestas.

2.3. MARCOS CONCEPTUALES:

2.3.1. INTOXICACIÓN DE PLOMO EN LA SANGRE.-

2.3.1.1. Aspectos Generales del Plomo.-

El plomo es un componente normal de la corteza terrestre y se encuentra ampliamente distribuido a lo largo de la naturaleza. Su aspecto general es un metal gris, con brillo blanco azulado en superficies recientemente cortadas, en agua sus compuestos inorgánicos del plomo son virtualmente insolubles con excepción del $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ y del $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{-COO})_2$. El plomo es un elemento que representa aproximadamente el 0,002% de la corteza terrestre. Sus minerales más importantes son la galena (PbS), la cerusita (PbCO_3), la crocoita (PbCrO_4) y la piromorfita ($\text{Pb}_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}$) (E. Touyá, G. Ruocco, 2001).

El plomo es un metal ampliamente utilizado por su ductilidad, alta densidad y poca reactividad química, así como su fácil extracción, relativa abundancia y bajo costo. El plomo es un metal pesado, gris y blando muy difundido en la corteza terrestre. Se encuentra en la naturaleza como mezcla de 3 isótopos (206, 207 y 208). Su forma más abundante es el sulfuro (PbS), formando las menas de galena. Con frecuencia está asociado a otros metales, como plata, cobre, zinc, hierro y antimonio. Forma compuestos en estado de valencia 2^+ y 3^+ , orgánicos, como acetato, tetraetilo y tetrametilo e inorgánicos, como nitrato, arsenato, carbonato, cloruro, óxidos y silicato.

Por su bajo punto de fusión fue uno de los primeros metales empleados por el hombre y su intoxicación crónica, el saturnismo, se conoce desde la antigüedad (Ferrer, A., 2003).

Los minerales de plomo se encuentran ampliamente distribuidos a nivel mundial. El mineral más rico es la galena (sulfuro de plomo) y es la fuente principal de producción comercial de este metal. Otros minerales de plomo son: la cerusita (carbonato), la anglesita (sulfato), la crocoita (cromato), la wulfenita (molibdato), la piromorfita (fosfato), la mutlockita (cloruro) y la vanadinita (vanadato). Muchas veces, los minerales de plomo suelen contener otros metales tóxicos. Los minerales de plomo son separados mediante el triturado en seco, la molturación en húmedo (para obtener una pasta), la clasificación gravimétrica y la flotación. Los minerales de plomo liberados se funden mediante un proceso en tres etapas: preparación de la carga (mezcla, condicionamiento, etc.), sinterizado y reducción en hornos altos. Posteriormente el metal se refina mediante la separación del cobre, el estaño, el arsénico, el antimonio, el zinc, la plata y el bismuto (Lauwerys, Robert. R. 1992, www.insht.es/portal/site/Insht/menuitem).

El plomo metálico se utiliza como planchas o tubos cuando se requiere una gran maleabilidad y resistencia a la corrosión, como en la industria química o en la construcción. También se utiliza para el revestimiento de cables, es componente de soldadura y como empaste en la industria automovilística. Es un material excelente como protector contra radiaciones ionizantes. Se utiliza en procesos de metalizado para recubrimientos protectores, en la fabricación de acumuladores y como baño de termo tratamiento en el revenido de hilos metálicos. Se encuentra en una gran variedad de aleaciones y sus compuestos se preparan y utilizan en grandes cantidades en numerosas industrias, (www.insht.es/portal/site/Insht/menuitem, Lauwerys, Robert. R. 1992).

El plomo no es un elemento fisiológicamente esencial. La absorción de plomo más común es la que se produce a través de los alimentos y en el lugar de trabajo. La persistencia del plomo y de sus compuestos ha conducido a su diseminación general. Así, es difícil evitar la acumulación de plomo en el organismo a través de los

ambientes de trabajo con plomo, así como la cadena alimentaria, aunque sí puede minimizarse restringiendo las emisiones locales.

El plomo puede incorporarse al organismo por inhalación de polvos o por consumo de alimentos que contienen plomo, o en el caso de los vegetales, a través de sales de plomo solubles contenidas en el suelo. Las vías de entrada del plomo inorgánico en el organismo son fundamentalmente la respiratoria y la digestiva. El plomo absorbido es distribuido por la sangre y alrededor del 90% se fija en los hematíes. La vía principal de eliminación es la renal. El plomo que se elimina por la saliva puede llegar a pigmentarse al borde marginal de las encías formándose el ribete de Burton (Dueñas A., 1999).

Los niveles de plomo en la sangre que se admiten como aceptables han sido reformulados a medida que se ha ampliado el conocimiento de los trastornos que produce este metal en el hombre, conllevando a una reducción gradual de los niveles normales de plomo sanguíneo, así se presenta: 60ug/dl (1960), 40ug/dl (1971), 30ug/dl (1975), 25ug/dl (1985), 15ug/dl (1990), y finalmente 10ug/dl (1991) aún se encuentra hasta la actualidad, según CDC (Howson C, Hernández M., 1996).

Según el Centro de Control y Prevención de Enfermedades (CDC), se considera que los valores normales de plomo en la sangre en adultos deben ser $<20\mu\text{g/dL}$ y en niños $<10\mu\text{g/dl}$ (www.atsdr.cdc.gov). Según la Administración de Seguridad y Salud Ocupacional (OSHA), en las personas expuestas de manera laboral se considera que los valores de plomo en sangre deben ser $<40\mu\text{g/dl}$. Se recomienda tratamiento si tiene síntomas de intoxicación con plomo o si existen niveles $>40\mu\text{g/dl}$ (www.atsdr.cdc.gov). El plomo es un metal gris, con brillo blanco azulado en superficies recientemente cortadas.

2.3.1.2. Procedencia y Fabricación:

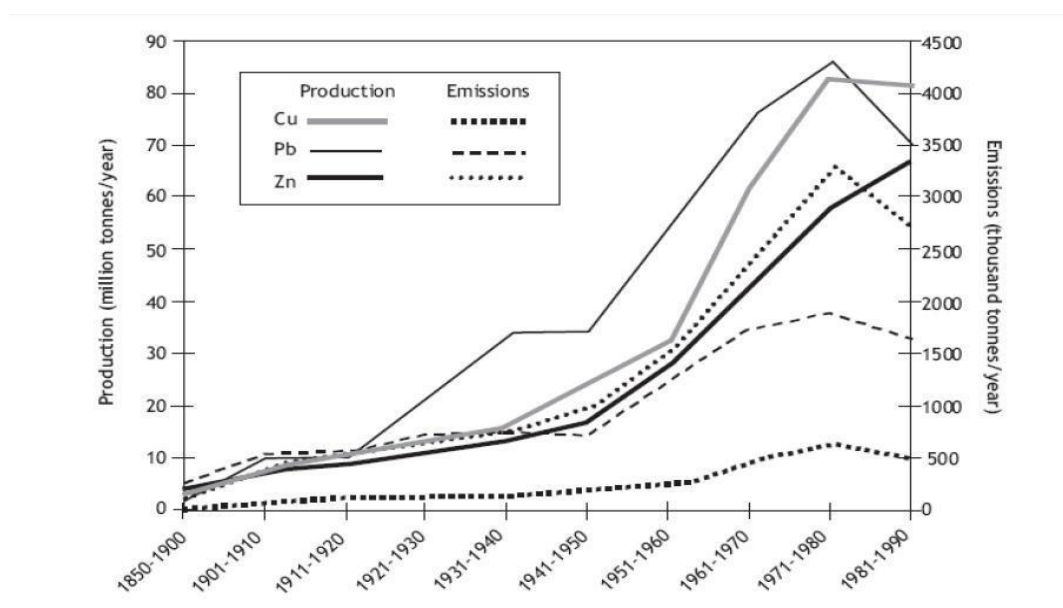
El plomo es un elemento que representa aproximadamente el 0,002% de la corteza terrestre. Sus minerales más importantes son la galena (PbS), la cerusita (PbCO_3), la crocoita (PbCrO_4) y la piromorfita ($\text{Pb}_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}$), (Calderón LI, Jiménez M. 1999).

Durante el último siglo, las emisiones de plomo al aire ambiental han aumentado en un 50%, su fuente principal proviene de la gasolina, hasta hace pocas décadas, las

emisiones de plomo han empezado a disminuir, gracias a la introducción de la gasolina libre de plomo en países desarrollados. Se pueden encontrar altos niveles de emisiones de plomo en áreas cercanas a minas y empresas metalúrgicas (Fig. 1). Este plomo que se encuentra en el aire puede depositarse en el suelo y en el agua, en donde puede fijarse y permanecer por cientos de años, de tal manera que puede movilizarse a algunas plantas, por lo cual también se pueden afectar algunos alimentos (www.atsdr.cdc.gov., Järup, L., 2003).

Después de la segunda mitad del siglo XIX, el uso industrial de los metales pesados se incrementó de manera importante, con el consecuente aumento de las emisiones al ambiente (Järup, L., 2003) (Fig. 1). A finales del siglo XX, las emisiones de los metales pesados empezaron a disminuir en países desarrollados, por ejemplo en el Reino Unido, las emisiones disminuyeron cerca del 50% entre 1990 y 2000 (Järup, L., 2003).

Figura 1. Producción global y consumo de metales tóxicos, 1850-1990 (Järup,L., 2003)



2.3.1.3. Intoxicación por Plomo (Saturnismo).-

La intoxicación crónica por plomo se llama saturnismo, y para su diagnóstico se recurre a 4 pilares: 1ro fuente intoxicante, 2do clínica toxicológica, 3ro análisis de laboratorio y 4to criterio de absorción, (Verónica Sepúlveda, 2000).

La intoxicación por plomo es una enfermedad que puede hacerle daño al cerebro, los riñones y el sistema nervioso incluyendo al sistema respiratorio y estomatognático de los niños pequeños. Aún niveles bajos de plomo en el cuerpo de un niño pueden causar problemas de aprendizaje y de comportamiento. Los niveles muy elevados pueden causar retardación, convulsiones y coma.

Dentro de las Enfermedades Profesionales se encuentran las producidas por Agentes Químicos, uno de estos agentes lo constituyen los metales, y dentro de estos aparece el plomo, considerado la toxina química más antigua, así como la enfermedad de origen ambiental y profesional más grave, debido a su elevada prevalencia y penetración ambiental, y persistencia de la toxicidad en las poblaciones afectadas (Agarín FM, et al., 2001). A esta intoxicación plúmbica se le denominó saturnismo porque la alquimia consideraba al plomo como origen de los metales, y fue dedicado a Saturno, primero de los dioses de la mitología romana (Calderón, Jiménez., 1999).

Las intoxicaciones por plomo se pueden clasificar en agudas, sobreagudas y crónicas. Las agudas cuando ocurre una rápida absorción del contaminante en un corto tiempo de exposición y a una concentración generalmente muy elevadas, son consideradas sobreagudas cuando el tóxico penetra en exposiciones frecuentes y repetidas, durante días o semanas antes de que aparezcan los síntomas y crónicas son las más frecuentes y las más probables que se produzcan, constituyendo un problema epidemiológico de mayor magnitud, (Laborda GE, Velasco OJ. 2001).

En intoxicación aguda, se produce enrojecimiento de mucosas y ulceraciones, presentándose signos de irritación gastrointestinal como náuseas, vómito, diarrea, HTD. Y en intoxicación crónica hay estreñimiento y dolor abdominal por aumento de las coproporfirinas (Cólico de Devonshire), se presenta el ribete de Burton.

Antes de que se produzcan las alteraciones en el organismo existe una etapa subclínica; que generalmente es asintomático, donde se pueden encontrar concentraciones bajas de plomo y es precisamente en esta etapa donde podemos encontrar solamente sin ningún otro síntoma, el Ribete Gingival de Burton (RGB), y se puede realizar una labor preventiva (Martínez GC, Rogo FG., 1999).

2.3.1.4. Causas, Incidencia y Factores de Riesgo.-

El plomo se encuentra de forma natural en el ambiente en niveles muy bajos. Las fuentes con niveles relativamente altos de plomo son las pinturas antiguas. Existen otras fuentes de contaminación como las jarras y las vajillas de peltre, los plomos utilizados para pescar y en las municiones para cazar pájaros. En el pasado, los tubos de pasta dental eran fabricados con plomo y las latas de leche condensada eran soldadas con plomo, pero esto fue corregido. El plomo también se encuentra en el agua para beber de casas cuyas tuberías de cobre fueron soldadas con soldaduras de plomo.

La velocidad a que se absorbe el plomo depende de su forma química y física y de las características fisiológicas de la persona expuesta especialmente relacionadas con la edad y el estado nutricional. En la industria, la principal vía de entrada es la respiratoria. Puede absorberse por las vías aéreas superiores, pero la proporción mayor se absorbe a nivel alveolar. Se absorbe bien en forma de humos o partículas finas que son fagocitadas por los macrófagos alveolares (Ferrer, A., 2003). El grado de absorción depende de la proporción de polvo en forma de partículas de un tamaño menor a 5 μm y del volumen/minuto respiratorio del trabajador. Por lo tanto, una mayor carga de trabajo produce una mayor absorción de plomo, (Lauwerys, Robert. R. 1992, www.insht.es/portal/site/Insht/menuitem).

Es importante determinar el tamaño de las partículas de polvo de plomo industrial, el cual depende del proceso que origina el polvo. El polvo fino con partículas de un tamaño respirable se produce durante procesos de pulverizado y mezcla de colores de plomo, el trabajo abrasivo del material de relleno de plomo en las 9 Alteraciones neurológicas por exposición a plomo en trabajadores de procesos de fundición, Soacha, (2009). Carrocerías de automóviles y el lijado en seco de las pinturas de plomo. Los gases de escape de motores de gasolina producen partículas de cloruro y bromuro de plomo de 1 μm de diámetro, (www.insht.es/portal/site/Insht/menuitem).

Del 80 al 90 por ciento del plomo se elimina por las heces. El restante 10% se elimina por orina, por un proceso de filtración y posiblemente de excreción activa por los túbulos renales. Pequeñas cantidades de plomo se eliminan con el pelo, las uñas, sudor, y saliva.

Las personas que corren más riesgo son los que ingieren restos o polvos de las pinturas a base de plomo. Los suelos en las ciudades con alta densidad de tráfico, así como los

suelos de las zonas mineras, pueden contener niveles elevados de plomo proveniente de los escapes de los vehículos, y del tratamiento de los minerales de plomo.

2.3.1.5. Fuentes de Exposición.-

El plomo es un componente normal de la corteza terrestre y se encuentra ampliamente distribuido a lo largo de la naturaleza.

Son muchas las ocupaciones en las que puede tener lugar la exposición al plomo. En la minería del plomo se produce una absorción considerable a través del aparato digestivo. El riesgo depende de la solubilidad de las sustancias. El sulfuro de plomo (PbS) en la galena es insoluble y su absorción por vía pulmonar es limitada; sin embargo, en el estómago, parte del sulfuro de plomo puede convertirse en cloruro de plomo ligeramente soluble y llegar a absorberse en cantidades moderadas (www.insht.es/portal/site/Insht/menuitem).

En la minería de plomo, los riesgos principales son derivados del polvo de plomo que se produce durante las operaciones de triturado y molienda, y de los óxidos de plomo que se liberan durante la sinterización, la reducción en hornos altos y el refinado. Los riesgos del trabajo con plomo aumentan en función de la temperatura. El recubrimiento por rociado de metales con plomo fundido es muy peligroso, pues genera polvo y humos a temperaturas elevadas (www.insht.es/portal/site/Insht/menuitem).

La exposición en el medio industrial, se usa tanto en plomo metal, como sus compuestos orgánicos e inorgánicos. La intoxicación por plomo metal o por sus compuestos inorgánicos (monóxido de plomo o litargirio, trióxido o minio, carbonato o cerusa) se produce con más frecuencia en las industrias que se dedican a fundir, soldar o a pulir plomo, o sus aleaciones; también en la fundición de baterías, el templeado de cables de acero y en aquellas industrias que utilizan pigmentos, antioxidantes, esmaltes para cerámica y vidrio, etc. Las fuentes más importantes de plomo orgánico (el tetraetilo o el naftenato de plomo) son algunos aceites lubricantes (con naftenato) y, sobre todo, las gasolinas, en cuya composición forman parte el tetraetilo y el tetrametilo como antidetonantes (Martínez, Ma.; Sosa, G. 1994).

La intoxicación por plomo ha adquirido en los últimos años características de problema internacional, como lo acreditan el tiempo que se le dedica en las reuniones internacionales para la conservación de la naturaleza. En el ámbito profesional es la intoxicación por metales más frecuente en nuestro país. Pero es el ámbito doméstico, donde las intoxicaciones, aunque menos graves, son más frecuentes. La mayoría de las intoxicaciones plúmbicas de carácter no industrial, se producen en la población infantil preescolar. Por ello se han realizado grandes esfuerzos para reducir el uso de plomo en las pinturas, en los envases, en las gasolinas, etc. Estos esfuerzos han reducido el plomo en sangre medido en los niños de los Estados Unidos, desde 16 μ /dl en 1978 a menos de 6 μ /dl en el 1990. (Lauwerys, Robert. R. 1992).

2.3.1.6. Fisiopatología Clínica.-

El metal ingresa habitualmente por vía digestiva, se absorbe, y llega al hígado, que lo elimina parcialmente por la bilis gracias a su función antitóxica. Cuando el aporte supera las posibilidades de excreción pasa al torrente circulatorio, pudiendo aún ser eliminado a través de la saliva, sudor, la leche y principalmente los riñones, el hecho de su presencia en la saliva favorece su aparición en los cálculos dentarios. El plomo ubicado en la boca se combina con los sulfuros producidos por la putrefacción de los alimentos, y forma sulfuro de plomo, que se deposita debajo del epitelio de la mucosa gingival y yugal en forma de manchas características próximas al cuello de los dientes (ribete de Burton). Estas manchas se intensifican cerca de las caries por la mayor cantidad de sulfuros. Este signo no es específico del plomo, también se da con el talio. Este proceso también explica la disgeusia que tiene el paciente (gusto dulzón). Hay que diferenciarlo de otras manchas producidas por enfermedades metabólicas (Addison), de tatuajes por grafito o tintas y de otras enfermedades que pueden afectar el esmalte dentario. En el período de pre saturnismo no hay otros síntomas, aunque el enfermo ya "no se siente bien", es un malestar indefinido. El plomo se va depositando en órganos ricos en sistema retículoendotelial: médula ósea, bazo, hígado; SNC y SNP y sobre todo en los huesos, en forma de trifosfato plúmbico insoluble, desplazando al calcio. En la médula interfiere en el metabolismo del hierro, donde altera la formación del grupo prostético, a nivel de las porfirinas, lo que explica el aumento de la coproporfirina III en orina. En sangre periférica aparecen hematíes jóvenes, con anemia microcítica e hipocrómica, algunos (más de 0,1/mil) tienen un punteado

basófilo (de 8 a 15 por glóbulo). El punteado basófilo tampoco es patognomónico de saturnismo, se puede ver en otras intoxicaciones y en otras anemias.

2.3.1.7. Cuadro Clínico.-

El saturnismo es un cuadro muy proteiforme que puede pasar desapercibido durante años. Se distingue un cuadro agudo, muy raro, y un cuadro crónico, con una fase subclínica y una fase clínica. A su vez la presentación difiere algo entre el adulto y el niño. La ingesta aguda es excepcional pero posible ("pica", masticar perdigones, ingesta accidental o suicida de minio, etc.); produce vómitos, dolores abdominales y diarrea, pudiendo objetivarse hemólisis, citolisis hepática y afectación tubular renal. En casos graves puede producirse depresión del SNC y el paciente puede fallecer en pocos días.

En la intoxicación crónica hay una fase subclínica o de impregnación, en la cual el paciente se encuentra asintomático, pero puede tener alteraciones biológicas si los niveles de plomo en sangre están entre 35 y 60 μ /dl. Esta forma es especialmente importante en niños, ya que sus tejidos, en fase de crecimiento, se van impregnando de plomo, y a nivel del SNC se van produciendo déficits (retraso mental, alteraciones del lenguaje, del comportamiento, etc.). Estas secuelas son definitivas.

En esta fase se puede observar el depósito gris azulado de sulfuro de plomo en el borde libre de las encías, que se conoce como ribete de Burton. La fase clínica se caracteriza inicialmente por astenia, debilidad, mialgias e irritabilidad. En sangre hay niveles de plomo de 70-90 μ /dl, y suele aparecer anemia normocítica y ligeramente hipocroma, acompañada de sideroblastos, reticulocitosis e hipersideremia.

Como signos digestivos el paciente tiene anorexia y estreñimiento y, en casos graves, dolores abdominales (cólico saturnino) y vómitos alimentarios. Es relativamente frecuente el hallazgo de alteraciones biológicas hepáticas. Desde el punto de vista neurológico hay alteraciones en el SNC, en forma de irritabilidad, alteraciones de la memoria, dificultades de concentración y cefaleas, que puede evolucionar con signos de hipertensión endocraneal, convulsiones, coma y, eventualmente, la muerte. También hay alteraciones de los nervios periféricos, en forma de polineuropatías de

predominio motor y en extremidades superiores, de las cuales la más significativa es la parálisis radial.

Las lesiones renales no son específicas. Hay atrofia y pérdida de túbulos que se asocia a fibrosis intersticial. Los glomérulos pueden mostrar esclerosis focal o global. Cuando las lesiones renales se hallan muy evolucionadas puede aparecer insuficiencia renal, hipertensión arterial, hiperuricemia y gota.

La forma clínica del niño tiene una preponderancia de síntomas neurológicos, junto con anemia y dolor abdominal. En la forma del adulto predominan, junto a los dolores abdominales y la anemia, la afectación renal y la poli neuropatía periférica.

Los derivados orgánicos tienen afinidad prioritaria por el SNC y causan cefalea, insomnio, síndrome maníaco y agitación y, en casos graves, convulsiones, coma y muerte. Producen, además, una dermatitis irritativa y, si la exposición ha sido intensa y prolongada, afectación hepática, renal y muscular. No suele haber anemia ni alteraciones en las porfirinas, y los niveles de plomo en sangre y orina son relativamente bajos.

2.3.1.8. Diagnóstico.-

El diagnóstico de este cuadro es difícil hasta que se piensa en él. Con frecuencia los pacientes van por muchas consultas antes de llegar a un diagnóstico. Cuando se sospecha el saturnismo, importante es realizar una anamnesis detallada, buscando las fuentes del tóxico (laboral, alimentaria o doméstica) junto a los síntomas más frecuentes.

Los datos más importantes son los hematológicos: la anemia (excepto para la intoxicación por compuestos orgánicos), la determinación de protoporfirina eritrocitaria libre y la determinación de actividad de ALAD. La determinación de plomo confirma el diagnóstico. También son de ayuda, la plumburia y los niveles urinarios de ALA. En caso de duda puede realizarse una prueba de descarga provocada con EDTA cálcico disódico. Si ha habido ingesta oral, debe practicarse una radiografía de abdomen, ya que el plomo es radio opaco.

Como prueba de screening se recomienda la protoporfirina eritrocitaria libre o en su defecto la determinación de actividad de ALAD eritrocitaria. La medición de ALA en orina se ha usado para un seguimiento de los pacientes expuestos, pero cada día se usa menos, pues está siendo sustituido por la medición de la protoporfirina eritrocitaria libre.

Se pueden encontrar datos de laboratorio que confirman todas las afecciones viscerales. Entre las anomalías renales se puede encontrar piuria, azoemia, etc. La conducción nerviosa está alargada en los adultos con polineuropatía. Se pueden detectar anomalías de la función tiroidea y hepática. En la ecocardiografía pueden encontrarse datos de miocarditis. Si se realiza una Rx de huesos largos, en niños, se pueden ver las llamados líneas de plomo sobre las metáfisis de crecimiento de los huesos.

2.3.2. TEJIDO PERIODONTAL.-

El periodonto es la parte vital del diente. Se denomina periodonto a los tejidos que rodean y soportan los dientes. El periodonto está conformado por: Encía, cemento dentario, ligamento periodontal y hueso alveolar, (Bartold PM, Narayanan AS., 2006). El periodonto es una unidad biofuncional que es parte del sistema masticatorio o estomatognático. Los dientes se alojan en la boca en las cavidades alveolares situadas en los maxilares. Contactan con el hueso a través del periodonto. El tejido periodontal es un tejido de soporte que protege fija el diente al hueso. El diente y su periodonto forman una sola unidad morfológica y funcional, al formarse la raíz también se forma el periodonto, funcionan en forma conjunta, ambos dependen uno del otro. Así, al extraer un diente, el periodonto desaparece, existe uno en función del otro. El diente y su periodonto constituyen una unidad llamada odontón, (Bosshardt DD., 2008). De acuerdo a la función se dividen en:

- Periodonto de protección: encía.
- Periodonto de inserción: ligamento periodontal, cemento de la raíz y el hueso alveolar.

2.3.2.1. Tejidos que Constituyen el Periodonto.-

Son aquellos que se encuentran alrededor del diente, lo constituyen los tejidos de sostén y protección del diente. Estos son:

2.3.2.1.1. Encía.-

La encía es una membrana mucosa que recubre el hueso alveolar y la región cervical de los dientes. Su morfología varía según su localización. Su color normal es rosa coral aunque oscila según el aporte sanguíneo y según esté más o menos queratinizada. La que limita los cantos dentarios es la que está más queratinizada para aportar mayor protección y es el cepillado frecuente el que lo estimula. La consistencia de la encía es habitualmente firme y resistente. Protege al resto de las estructuras del periodonto y las piezas dentarias, (Carranza, et al., 2003).

La encía insertada (mucosa masticatoria) absorbe las fuerzas para que no sean transmitidas al tejido óseo, protege al diente de la agresión de bacterias y de la entrada de sustancias extrañas, esto por la continuidad del epitelio, que se inserta en el diente por el epitelio de unión, llamada barrera epitelial, (Carranza, et al., 2003).

2.3.2.1.2. Ligamento Periodontal.-

El ligamento periodontal está formado por fibras ricas en colágeno que rodean la raíz del diente y lo unen al hueso. Se anclan por un lado al cemento que rodea la raíz y por el otro al propio hueso. Este ligamento está ricamente vascularizado y se va remodelando constantemente de forma que las fibras viejas van siendo sucesivamente reemplazadas para que mantenga su función de forma óptima, (Carranza, et al., 2003).

Está constituido igual que el tejido conectivo de la encía: fibras y células, vasos, nervios y matriz. Las fibras son colágenas, reticulares, elásticas, oxitalámicas. Su función es similar. Las colágenas son las más importantes, le permiten cumplir su función principal, se forman mientras la pieza hace erupción. Nacen del cemento y del hueso, se insertan en cemento y hueso, porción que se llama fibra de sharpey, (Lindhe, Jan, 2001).

Estas fibras se hacen más gruesas y se fusionan en el centro del ligamento, fusión que se llama plexo intermedio, el que permite la acomodación de las fibras cuando completa su erupción.

2.3.2.1.3. Cemento de la Raíz.-

El cemento es un tejido conectivo mineralizado, derivado del ectomesénquima del saco que rodea al germen dentario. Cubre a la dentina solo en la porción radicular y su función principal es la de anclar las fibras del ligamento periodontal a la raíz del diente, (Matesanz-Pérez P., et al., 2008). Se relaciona con la dentina por su cara interna, con el ligamento periodontal por su cara externa, con el esmalte en su parte coronaria y con la pulpa dental en su extremo apical. El cemento que recubre la raíz es tejido mesenquimatoso calcificado. Carece de innervación y de aporte sanguíneo directo nutriéndose a través de los vasos del ligamento periodontal.

2.3.2.1.4. Hueso Alveolar.-

El hueso alveolar es el que forma parte de los alvéolos dentarios. Es el menos estable de los tejidos periodontales. Especialmente rico en calcio, fósforo y sales minerales. Se reabsorbe en zonas de presión y se forma en áreas de tensión. Los procesos alveolares forman parte de las porciones de los huesos maxilares que rodean y contienen los alveolos dentarios, que son cavidades cónicas elaboradas especialmente para mantener los elementos dentarios, (Lindhe, Jan, 2001). La porción del hueso alveolar que limita directamente el alveolo pertenece al ligamento de inserción que, junto al cemento y ligamento periodontal, forma la articulación alveolo dentaria.

2.3.2.2. Estado del Periodonto.-

El estado del periodonto está determinado por la presencia o ausencia de las enfermedades periodontales, según expertos de la "Organización Mundial de la Salud" las enfermedades periodontales son una de las afecciones más comunes en el género humano. Son múltiples las investigaciones realizadas especialmente en los últimos años, acerca de la limitación del daño para evitar llegar a la fase más avanzada de la enfermedad. La verdadera solución es hacer el diagnóstico precoz de la lesión periodontal y desarrollar medidas de prevención específica para la enfermedad periodontal (E. P.).

2.3.2.3. Gingivitis.-

Mientras más tiempo permanezcan la placa y el sarro sobre los dientes, más daño pueden hacer. Las bacterias causan una inflamación de las encías que se llama

“gingivitis”. Si una persona tiene gingivitis, las encías se enrojecen, se inflaman y sangran fácilmente. La gingivitis es una forma leve de enfermedad de las encías que, por lo general, puede curarse con el cepillado y el uso de la seda dental a diario, además de una limpieza periódica por un dentista o higienista dental, (MatesanzPérez P., et al., 2008). Esta forma de enfermedad periodontal no ocasiona pérdida del hueso ni del tejido que sostiene los dientes.

En los primeros estadios, la placa bacteriana irrita la encía y comienza el paso de bacterias a la misma. Como resultado produce una respuesta inflamatoria tratando de combatir la infección, lo que se conoce por gingivitis. La encía parece roja, inflamada y sangrante. Es una encía rica en leucocitos, proteínas y líquido exudativo, comienza ya a perder colágena. Este estadio es todavía reversible ya que no ha habido destrucción de tejidos. La gingivitis establecida puede permanecer muchos años sin continuar su evolución o bien evolucionar rápidamente. El tiempo y el porqué de su paso a periodontitis no se saben con certeza, pero parece que depende de la resistencia del huésped a la inflamación y de los factores que modifican la respuesta inmunológica, (Matesanz-Pérez P., et al., 2008; Genco, J. 1993).

Si la resistencia no es la adecuada la enfermedad progresará. El tratamiento de la gingivitis puede frenar la evolución. Si la enfermedad progresa, afecta al periodonto y se produce un aumento de células inflamatorias en el mismo con importantes pérdidas de colágeno y destrucción en definitiva del tejido de soporte (ligamento periodontal). Esto provoca la formación de las llamadas bolsas periodontales formadas por materia destruida, bacteria, toxinas y líquido inflamatorio entre el hueso y el diente. El paso de bacterias desde su superficie al hueso es fácil provocando la destrucción del mismo. Consecuentemente comenzará la movilidad dentaria y pérdida de piezas, (Lindhe, Jan., 1992).

2.3.2.3.1. Signos y Síntomas.-

Al principio de la enfermedad no existe prácticamente ningún síntoma, pero una buena exploración dentaria determinará la existencia de zonas con placa bacteriana, sobre todo en los bordes visibles de las coronas dentarias y al levantar la encía marginal. Posteriormente cuando ya comienza la gingivitis la encía aparecerá más roja secundaria a la inflamación, su consistencia será blanda y depresible con pérdida de

su textura brillante, (Matesanz-Pérez P., et al., 2008). En esta etapa es frecuente el sangrado de las encías y su hipersensibilidad.

A medida que los tejidos se van destruyendo comienza la retracción de los mismos. Así, el surco gingival normal se irá elevando viéndose ya parte de las raíces dentarias lo que provoca mucha sensibilidad en las piezas e incluso dolor, (Matesanz-Pérez P., et al., 2008). Cuando ya se han formado las bolsas periodontales los síntomas aumentan de forma que el dolor puede llegar a ser severo y puede haber abscesos importantes apareciendo fiebre, edema en las encías y deformidad facial. Los dientes presentarán movilidad. Si el cuadro progresa, la enfermedad del hueso hace que los dientes pierdan su punto de anclaje y caigan, (Genco, J. 1993).

Una persona con gingivitis, generalmente presenta algunas alteraciones de la encía, tales como: el color es rojo vinoso, una consistencia blanda depresible, el tamaño aumentado, el margen redondeado, la posición coronaria, la textura es lisa brillante, el contorno irregular, la forma con pérdida del filo de cuchillo, así como puede presentarse dolor y sangramiento, (Matesanz-Pérez P., et al., 2008).

2.3.2.3.2. Causas y Frecuencia.-

Esta enfermedad periodontal causa mayor pérdida de piezas dentarias en la edad adulta. Dos terceras partes de los jóvenes, el 80% de las personas de edad media y el 90% de los mayores de 65 años sufren alteraciones periodontales. Aunque en el origen de esta enfermedad intervienen múltiples factores, es la placa bacteriana el factor determinante más importante y posiblemente el único, (Bartold PM, Narayanan AS. 2006).

Existen otra serie de factores que una vez iniciada la enfermedad van a modificar su evolución, es decir, van a modular la respuesta inflamatoria e inmunitaria del organismo, estos son: el factor iniciador dado por la placa bacteriana, y los factores modificadores que vienen a ser locales y sistémicos.

a. Placa Bacteriana.-

Es un material blando y adherente al diente constituido por microorganismos y productos bacterianos derivados de ellos que no son fácilmente eliminados con el

cepillado y el enjuagado así con sustancias procedentes de restos alimenticios y de la saliva, (Bosshardt DD., 2008).

La placa crece por agregación de nuevas bacterias, así al cabo de una hora del cepillado dental ya aparecen acumulo de placa sobre el diente. La colonización de más bacterias sobre ella depende de la higiene, nutrición, oxigenación y composición de la saliva.

Cuando la placa bacteriana se calcifica se denomina calculo dental o sarro que también depende de la higiene bucal, aunque la presencia de minerales en la boca de origen exógeno acelera su rápida formación. El sarro contribuye al mantenimiento de bacterias en la placa, irrita la encía y la inflama, (Matesanz-Pérez P., et al., 2008).

La placa bacteriana altera la configuración normal de la encía debilitándola y permitiendo así que las bacterias pasan a ella y la inflaman provocando gingivitis. Cuando dicha inflamación no puede ser retenida por la encía pasa al tejido de soporte provocando periodontitis o enfermedad periodontal.

Se presentan algunos factores modificadores que van a favorecer la formación de gingivitis, una vez formada la placa bacteriana. Ninguno de ellos por sí solo es capaz de causar la enfermedad periodontal si no existe placa previamente. Estos factores pueden ser locales y sistémicos:

b. Factores Locales.-

Residuos Alimenticios.- La mayor parte de ellos se eliminan rápidamente a los pocos minutos de haber comido. En ello interviene el flujo de la saliva, la acción mecánica de la lengua, carrillos y labios y las forma y situación de los dientes. Mal posiciones dentarias, pérdida de piezas, alimentos adhesivos como caramelos van a favorecer la progresión a gingivitis.

Falta de Piezas Dentarias.- Dejan sitios donde fácilmente se acumula la placa bacteriana; así como también provoca en algunos lugares zonas de fácil limpieza por la pérdida de contacto con retiro de zonas retentivas de los alimentos.

Alteración de la Oclusión.- La alineación inadecuada de los dientes hace más difícil el control de la placa.

Respiración Bucal.- Las personas que respiran fundamentalmente por la boca presentan encías hipertróficas, eritematosas y con mayor predisposición al edema.

Cepillado Dental Inadecuado.- Cepillados demasiados bruscos provocan desgastes y adelgazamientos de la superficie de la encía.

Presencia de Plomo en la Saliva.- El plomo posee una característica fundamental, en forma iónica puede llegar a la saliva provocando de esta manera su precipitación en los depósitos de placa bacteriana, facilitando de esta manera la formación de cálculo dentario agravando la lesión periodontal. Conjuntamente hay presencia de plomo en la boca de origen ambiental, esto se origina del medio ambiente contaminado que contiene plomo, o de bebidas de agua potable contaminada, esto conduce a grandes concentraciones de plomo en contacto directo con la mucosa oral, esto condiciona una serie de reacciones de tipo inmunocelulares provocando la rápida fagocitosis por las células de langhergans produciéndose la rápida intoxicación del sistema metabólico de estas células especializadas provocando su muerte, esto a su vez determina una pigmentación perpetua, muchos de estas pigmentaciones se encuentran ubicadas en la línea de sonrisa o encía libre provocando un gran defecto en la estética del sistema estomatognático, (Matesanz-Pérez P., et al., 2008).

c. Factores Sistémicos.-

No se conoce hoy por hoy ningún factor sistémico a excepción de los microorganismos que por sí solo pueda provocar gingivitis o periodontitis. El papel de dichos factores es el de modificar la respuesta del huésped frente a los factores agresivos locales. Es decir, reducen la capacidad de defensa mediante la inflamación y la inmunidad haciendo progresar la enfermedad periodontal, (Lindhe, Jan, 2001).

Factores Nutricionales.- El déficit de vitamina C, E, D, K, de proteínas, de calcio y fósforo pueden favorecer la progresión a gingivitis y periodontitis una vez que la placa ya se ha instaurado. Ninguno de ellos por sí solo origina la enfermedad periodontal.

Edad.- Los efectos acumulativos de la placa bacteria pueden llegar a destruir la encía y el periodonto.

Intoxicaciones.- Como las causadas por plomo, oro, bismuto y mercurio, pueden alterar la mucosa oral provocando patología pero por mecanismos distintos a los de la enfermedad periodontal.

2.3.2.4. Periodontitis.-

La periodontitis ocurre cuando la inflamación o la infección de las encías (gingivitis) se deja sin tratamiento o cuando el tratamiento se demora. Dicha infección e inflamación se disemina desde las encías (gingiva) hasta los ligamentos y el hueso que sirven de soporte a los dientes. La pérdida de soporte hace que los dientes se aflojen y finalmente se caigan, (Genco, J. 1993). La periodontitis es la causa principal de la caída de los dientes en los adultos. No es un trastorno común en la niñez, pero se incrementa durante la adolescencia.

La placa y el sarro se acumulan en la base de los dientes. La inflamación hace que entre la encía y los dientes se formen bolsas que se llenan de sarro y de placa. La inflamación del tejido blando atrapa la placa en la bolsa. La inflamación continua lleva al daño de los tejidos y el hueso alrededor de los dientes. Debido a que la placa contiene bacterias, es probable que se presente infección y también se puede presentar un absceso dental, lo cual aumenta la proporción de destrucción ósea, (Lindhe, Jan., 1992).

2.3.2.4.1. Causas y Síntomas.-

Las bacterias y sus toxinas proliferan y generan la placa bacteriana. Si no se elimina la placa con una higiene oral adecuada, se forma el sarro debido al depósito de minerales. Entonces el cepillo dental de casa ya no resulta suficiente; la eliminación del depósito requiere una limpieza profesional realizada por un dentista o un higienista dental. Si no se retira el sarro, el proceso inflamatorio puede seguir avanzando, (Lindhe, Jan., 1992).

Los síntomas que presenta la periodontitis son: mal aliento, encías que presentan un color rojo brillante o rojo púrpuro, encías que tienen aspecto brillante, encías que sangran con facilidad (presencia de sangre en el cepillo de dientes, incluso si el cepillado se hace con suavidad), encías que pueden ser sensibles al tacto pero por lo demás no duelen, dientes flojos, encías inflamadas.

La evaluación de la boca y los dientes que realiza el odontólogo, muestra encías blandas, inflamadas y de color rojo púrpura. Los depósitos de placa y cálculos se pueden ver en la base de los dientes, con bolsas agrandadas en las encías. Las encías por lo general no duelen o se sienten levemente sensibles, a menos que también se presente un absceso dental. Los dientes pueden estar flojos y las encías retraídas. Las radiografías dentales revelan la pérdida del hueso de soporte y también pueden mostrar la presencia de depósitos de placa bajo las encías, (Genco, J. 1993).

El mejor método de prevención es una buena higiene oral que incluya el uso de la seda dental y cepillado meticuloso y una limpieza dental profesional con regularidad. La prevención y el tratamiento de la gingivitis reducen el riesgo de desarrollo de la periodontitis, (Matesanz-Pérez P., et al., 2008).

2.3.2.4.2. Tipos y Características de Periodontitis.-

En los tipos de periodontitis, entre los más importantes están considerados periodontitis crónica y periodontitis agresiva.

La Periodontitis Crónica es la más común y se caracteriza por ser de evolución lenta. La formación de sacos periodontales y la reabsorción del hueso alveolar pueden demorar años y el tiempo que transcurre en que se inicia la enfermedad y en que se llega a perder un diente, puede llegar a contarse en décadas. En todo caso, esto no significa que la Periodontitis Crónica no pueda pasar por períodos de mayor actividad y rapidez en la destrucción, (Genco, J. 1993).

A diferencia de la patología anterior, la Periodontitis Agresiva se caracteriza por ser de muy rápida evolución en la destrucción de los tejidos y porque el tiempo que transcurre desde su inicio hasta la pérdida del diente, puede ser muy breve. La velocidad de su avance es lo que determina su gravedad. Entre las principales características de periodontitis están considerados, (Lindhe, Jan., 1992):

- Profundización del Surco Gingivodentario.- El surco es el espacio que hay entre el diente y la encía. Si ésta mide más de 3 mm, hay una profundización patológica.
- El saco periodontal.- Sólo un odontólogo puede determinar si está presente, mediante un sondaje periodontal.

- Enrojecimiento.- Producto de la inflamación.
- Aumento de volumen.- Producida por una infección.
- Pérdida del punteado superficial de la encía.- La apariencia de la mucosa ya no posee esa especie de piel de naranja que caracterizaba su buena salud.
- Sangramiento o supuración.- En ocasiones, la encía puede supurar, o sea, a expulsar la materia infecciosa que contiene.
- Dolor.- es poco frecuente.
- Recesión de la encía.- el tejido se recoge y va abandonando su función de cubrir la raíz del diente, provocando sensibilidad dentinaria (dolor frente al frío y al calor).

2.4. HIPÓTESIS Y VARIABLES.-

2.4.1. HIPÓTESIS.-

“La presencia de gingivitis o periodontitis atribuidas al estado del periodonto está relacionado con los niveles de plomo en la sangre a nivel sistémico, tomando en cuenta los factores demográficos y laborales”.

2.4.2. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES.-

2.4.2.1. Estado del Periodonto.-

El tejido periodontal es un tejido de soporte que protege fija el diente al hueso. El estado de este tejido está determinado por la presencia o no de las principales enfermedades periodontales. La enfermedad periodontal se manifiesta como una gingivitis (inflamación y sangrado de la encía sin afectar el hueso) o periodontitis, donde ocurre la destrucción del hueso que soporta el diente. Si no es tratado a tiempo puede ocasionar la pérdida de los dientes. Un tratamiento periodontal consiste desde la corrección de la técnica de higiene para el control de la placa bacteriana, hasta la eliminación de los factores desencadenantes de la misma. (Cálculos dentarios o sarro y bolsas periodontales), (Bhascar S. N., 1981).

Las enfermedades periodontales son un conjunto de enfermedades que afectan a los tejidos (periodonto) que rodean y sujetan a los dientes en los maxilares. Son enfermedades de naturaleza inflamatoria y de causa infecciosa (causadas por

bacterias) que dependiendo de su grado de afectación las denominamos gingivitis, es decir cuando el proceso inflamatorio solamente afecta al periodonto superficial (la encía) y no están afectados los tejidos que sujetan el diente. Cuando el proceso inflamatorio afecta a los tejidos periodontales profundos, se produce destrucción del hueso y ligamento que soportan y sujetan los dientes, a este grado de afectación lo denominamos periodontitis, y si la periodontitis no es tratada en su momento destruye todo el soporte del diente y con ello el alojamiento y pérdida del mismo, (Bhaskar S. N., 1981).

2.4.2.2. Niveles de plomo en la sangre.-

El nivel de plomo en la sangre (BLL), es una medida de plomo en el cuerpo. Este es medido en microgramos de plomo por decilitro de sangre ($\mu\text{g/dL}$); 10mg/dL es equivalente a $0,48$ micro moles por litro ($\mu\text{Mol/L}$). Los Centros para el Control y Prevención de Enfermedades (CDC) establece que un BLL de 10mg/dL o más es un motivo de preocupación. Sin embargo, el plomo puede afectar el desarrollo, incluso en BLLs por debajo de 10mg/dL , (Verónica Sepúlveda, 2000).

Según la OMS, el límite máximo permisible de Pb en sangre en niños es de $10\mu\text{g/dL}$ de sangre. No registra límites máximos permisibles en el caso de los adultos. De acuerdo al Instituto Nacional de Salud, adscrita al Ministerio de Salud del Perú, los valores normales de plomo en sangre, en personas NO expuestas ocupacionalmente es de $20\mu\text{g/dL}$ en adultos y de $10\mu\text{g/dl}$ en niños. Y los límites de tolerancia biológica (LTB) en personas expuestas ocupacionalmente son menos de $40\mu\text{g/dl}$ en varones adultos y de $30\mu\text{g/dl}$ en mujeres en edad fértil.

La OMS define como intoxicación por plomo a los valores de plumbemia $>15\mu\text{g/dl}$. Para el Center of Disease Control (CDC) el nivel de intoxicación por plomo es $\geq 10\mu\text{g/dl}$. La intoxicación por plomo constituye un grave problema de salud pública, ya que afecta a la población más vulnerable como: niños, trabajadores y personas de bajo nivel socioeconómico.

2.4.3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.-

2.4.3.1. Niveles de Plomo en la Sangre.-

El plomo es un metal blando tóxico, que desde los comienzos de la civilización ha sido usado como un aditivo en la manufactura de numerosos productos comerciales como pinturas, tintas, soldaduras para envases metálicos de comestibles, algunos tipos de gasolina, pero principalmente en la formación de la capa vidriosa de ciertos objetos de loza de barro, piezas de alfarería y cerámica. El plomo se obtiene a partir de los minerales, mediante los procesos metalúrgicos de concentrado y fundición, cuyos procedimientos son físicos y químicos. Según la OMS, considera valores normales: en adultos menos de 20microgramos/decilitro de plomo en la sangre; en niños, menos de 10microgramos/decilitro de plomo en la sangre, (Corey, G., Galvao, L., 1989); los adultos expuestos al plomo deben tener niveles de este elemento en la sangre por debajo de 40 microgramos/dL. En el presente trabajo de investigación consideramos las siguientes equivalencias:

$\leq 20 \mu\text{g/dl}$	→	Normal
21 a 32 $\mu\text{g/dl}$	→	Intoxicación Leve
>32 y $< 44\mu\text{g/dl}$	→	Intoxicación Moderada

2.4.3.2. Estado del Periodonto.-

El estado del periodonto está determinado por la presencia o ausencia de gingivitis o periodontitis:

2.4.3.2.1. Medición de Gingivitis.-

Para la evaluación de gingivitis en el trabajador minero, se consideró los siguientes aspectos:

a. Color:

Rosado (Normal) Rojo
(Patológico)

b. Textura:

Puntillado (Normal) Liso
Brillante (Patológico)

c. Consistencia:

- Firme
- (Normal) Blando o Fibroso
(Patológico)
- d. Sangrado:
- No (Normal)
Si (Patológico)
- e. Margen-Papilo:
- Normal
Patológico
- f. Exudado:
- No
(Normal) Si
(Patológico)
- g. Adyacente al LAC:
- Normal
Alterado

Equivalencia:

0 = No Patológico o Normal

1 = Patológico

Diagnóstico Diferencial de Gingivitis:

No presenta = 0

Leve = 1 – 2

Moderado = 3 – 4

Severo = 5 – 7

2.4.3.2.2. Medición de Periodontitis.-

De la misma forma para la evaluación de periodontitis se consideró:

- a. Pérdida de Inserción (Debajo del LAC):
- Normal
Leve (1-2 mm)
Moderado (3-4 mm)
Severo (> 4 mm)

b. Presencia de Bolsas Periodontales:

No

Si

c. Reabsorción Ósea:

Normal

Reabsorción Leve (2-4 mm)

Reabsorción Moderada (5-6 mm)

Reabsorción Severa (> 6 mm)

d. Movilidad Dentaria:

Movilidad Fisiológica

Movilidad Perceptible

Movilidad Horizontal (<1 mm)

Mov. Horizontal y Vertical (>6mm)

Equivalencia:

0 = No Patológico o Normal

1, 2 ó 3 = Patológico

Diagnóstico Diferencial de Periodontitis: No

presenta = 0

Leve = 1 – 3

Moderado = 4 – 7

Severo = 8 – 10

CAPITULO III

METODOLOGÍA

3.1. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.-

El presente estudio de investigación es del tipo Descriptivo Correlacional. Descriptivo, porque nos permite describir propiedades y características importantes de los trabajadores mineros de la Provincia de Pasco, tales como niveles de plomo en la sangre, estado del periodonto, factores demográficos y laborales; Correlacional, porque nos conduce a conocer la relación o grado de asociación entre dos, tres o más variables en una muestra determinada. A su vez el diseño de investigación en el presente trabajo es el no experimental, con diseño específico de corte transversal, en este caso nos permite observar las características de estudio tal como se dan en su contexto natural para luego analizarlos, el diseño nos conduce a recolectar datos en un solo momento y en un tiempo único con el propósito de describir las variables de

estudio y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado. (B. Dawson S., Trapp R., 1997; R. Hernández S., et al. 1998).

3.2. POBLACIÓN DE ESTUDIO.-

La población en estudio, está constituido por trabajadores de las diversas empresas mineras, quienes ya sea por enfermedad o accidente de trabajo en algún momento acudieron al Hospital EsSalud, ubicado en el distrito de Chaupimarca, Provincia de Pasco y Departamento de Pasco, durante el año 2010. En este nosocomio y durante el periodo mencionado se atendieron aproximadamente 980 trabajadores del sector minero.

Las empresas mineras tienen una población aproximada de 10000 trabajadores en el ámbito de la provincia de Cerro de Pasco. Los mismos que al estar asegurados, acuden al Hospital ESSALUD – PASCO.

El Hospital ESSALUD Pasco, está ubicado en La Esperanza, del Distrito de Chaupimarca. Está dirigido por el personal médico y de enfermería que brinda servicios de promoción y prevención de la salud, accidentes de trabajo, detección de enfermedades ocupacionales, su tratamiento y seguimiento de casos.

3.3. UNIDAD DE ANÁLISIS.-

Trabajadores que se encuentran laborando en las diferentes empresas mineras del departamento de Pasco, cuyas edades fluctúan entre 23 y 60 años, que en algún momento acudieron al Hospital EsSalud - Pasco, durante el año 2010.

3.4. TIPO Y SELECCIÓN DE MUESTRA.-

En el presente trabajo el tipo de muestreo fue el probabilístico, por lo que todos los elementos de la población tienen la misma probabilidad de ser elegidos para la conformación de la muestra.

Para determinar el tamaño de muestra se hizo uso de la siguiente expresión matemática:

$$n_0 = \frac{NP(1-P)}{(N-1)(E^2/Z^2) + P(1-P)}$$

$$\begin{aligned}\text{Dónde: } N &= 980 \\ P &= 50\% \\ \alpha &= 5\% \\ E &= 6.8\%\end{aligned}$$

Obteniendo la muestra inicial de:

$$\begin{aligned}n_o &= 171.5 \\ n &= n_o / (1 + n_o / N)\end{aligned}$$

En tal sentido el tamaño de muestra de trabajo adecuado viene a ser de 146 personas.

En el presente estudio la selección de los elementos de la muestra se hizo uso mediante el muestreo aleatorio simple, a partir de la relación de los trabajadores mineros que asistieron al Hospital EsSalud de Cerro de Pasco, en el año 2010.

3.5. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.-

3.5.1. MÉTODO DE RECOLECCIÓN DATOS.-

Para la recolección de datos se utilizó el método de análisis de sangre y análisis clínico de periodoncia, los instrumentos utilizados para la recolección de los datos, se consideró lo siguiente:

- Ficha de Registro.- Permitió recolectar los datos sobre los factores laborales y el valor de plomo en la sangre del trabajador minero según el análisis con equipo de absorción atómica.
- Historia Clínica Estomatológica de Periodoncia. Nos permitió la recolección de datos sobre la presencia de gingivitis o periodontitis mediante un examen clínico estomatológico, así como los factores demográficos del usuario.

3.5.2. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.-

- Mediante el equipo de absorción atómica y los reactivos correspondientes, se hizo el análisis de sangre con el fin de observar la cantidad de plomo en el organismo del usuario; para los datos de los factores laborales se realizó la encuesta al trabajador minero.

- Mediante un equipo especializado de Odontólogos, se realizó la evaluación clínica del estado del periodonto del usuario, y para los datos de los factores demográficos se usó la encuesta.

3.6. PROCEDIMIENTO DE ANALISIS DE DATOS.-

Se empleó el análisis de homogeneidad, que nos permitió evaluar la relación entre el nivel de plomo en la sangre y el estado del periodonto medido mediante la presencia de gingivitis o periodontitis, tomando en cuenta los factores demográficos y laborales de los trabajadores de las empresas mineras de la Provincia de Pasco, para el procesamiento de los datos se hizo uso de un programa estadístico el SPSS versión 24, obteniendo resultados con alta precisión.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.-

La muestra para el estudio estuvo constituida por 146 trabajadores de empresas mineras de la provincia de Pasco, durante el año del 2010.

Las edades de los trabajadores varían entre 28 y 59 años, con una media de $44,3 \pm 7.7$ años. El 54,1% declara como lugar de nacimiento el departamento de Pasco, el resto nació en Junín (36.3%) y Huánuco (9.6%) (Tabla 1).

En cuanto al lugar de residencia se observa que aproximadamente las dos terceras partes (61.6%) de los trabajadores residen en la ciudad de Cerro de Pasco, la cuarta parte vive en Milpo (24%) y una menor proporción tiene como lugar de residencia la localidad de Colquijirca (14.4%) (Tabla 1).

El grado de instrucción varía entre primaria y superior, 45.9% tiene educación secundaria y una proporción similar tiene instrucción superior (42.5%), el resto tiene instrucción primaria (11.6%) (Tabla 1).

En relación a las condiciones laborales, se tiene que 41.8% de los trabajadores se desempeña en la planta concentradora, 29.5% en la extracción de los minerales (plomo, cobre y zinc). El 28.8% no está directamente expuesto a los minerales pues se desempeña en otras áreas (oficina, carpintería, transporte, etc.) (Tabla 2).

Tabla 1

Características Demográficas de los Trabajadores de Empresas Mineras de la Provincia de Pasco, Periodo 2010.

CARACTERISTICAS DEMOGRAFICAS	NUMERO DE TRABAJADORES	PORCENTAJE
Edad		
Menos de 40	43	29.5
40 – 50	64	43.8
Más de 50	39	26.7
Lugar de Nacimiento		
Junín	53	36.3
Huánuco	14	9.6
Pasco	79	54.1
Lugar de Residencia		
Milpo	35	24.0
Pasco	90	61.6

Colquijirca	21	14.4
Grado de Instrucción		
Primaria	17	11.6
Secundaria	67	45.9
Superior	62	42.5

Más de la mitad de los usuarios trabajan en la empresa Volcan ubicada en la ciudad de Cerro de Pasco (51.4%), el resto trabaja para la empresa Milpo (31.5%) y El Brocal ubicado en la localidad de Colquijirca (17.1%) (Tabla 2).

El tiempo que vienen trabajando en su respectiva empresa varía entre 5 y 30 años con una media de 17.8 ± 6.1 años. Por otro lado, el tiempo promedio de permanencia en el cargo es de 13.6 ± 5.6 . (Tabla 2).

Tabla 2

Características Laborales de los Trabajadores de Empresas Mineras de la Provincia de Pasco, Periodo 2010.

CARACTERISTICAS LABORALES	NUMERO DE TRABAJADORES	PORCENTAJE
Empresa donde trabaja		
Milpo	46	31.5
Volcan	75	51.4
Brocal	25	17.1
Tiempo en la empresa (años)		
10 a menos	20	13.7
11 - 20	78	53.4
Más de 20	48	32.9

Puesto de trabajo		
Mina	43	29.5
Planta concentradora	61	41.8
Otras áreas	42	28.8
Tiempo en el puesto (años)		
10 a menos	44	30.1
11 - 20	87	59.6
Más de 20	15	10.3
Ocupación		
Operario	40	27.4
Oficial	41	28.1
Técnico	47	32.2
Sobrestante	18	12.3

La mayoría de los trabajadores (53.4%) tienen el tiempo de servicio en la empresa entre 11 y 20 años, seguido del 32.9% con más de 20 años de servicio, siendo menor el 13.7% con 10 o menos años de trabajo en la empresa. También el 59.6% trabajan entre 11 y 20 años en el puesto de trabajo, el 30.1% trabaja 10 o menos años y el 10.3% trabaja más de 20 años en el mismo puesto de trabajo. (Tabla 2).

En la muestra de estudio, se observa la ocupación o el cargo que desempeña según el orden jerárquico de los trabajadores de las empresas mineras, el 27.4% son operarios y ocupan la jerarquía más baja, seguido del siguiente orden 28.1% con cargo de oficiales, el siguiente 32.2% son técnicos y finalmente el 12.3% son empleados o sobrestantes, siendo la máxima categoría jerárquica de los trabajadores en la empresa minera. (Tabla 2).

En cuanto a la higiene bucal que realiza el trabajador minero, el 51.4% realiza solo una vez al día el cepillado de los dientes, seguido del 28.8% que realizan el cepillado dos a tres veces al día, siendo menor (19.9%) los que casi nunca realizan el cepillado de los dientes. (Tabla 3).

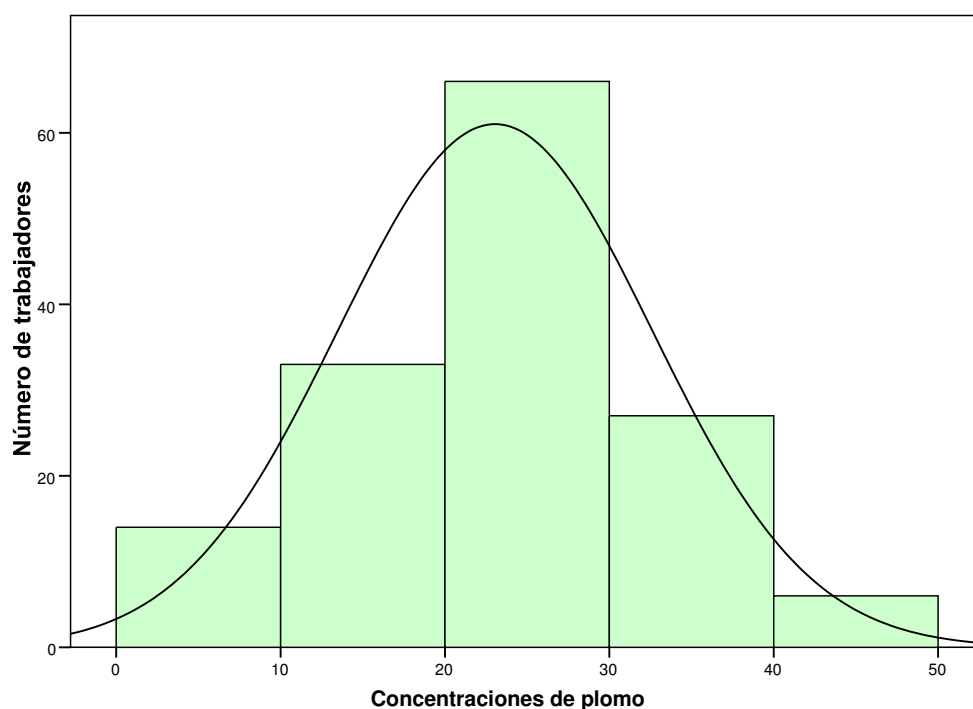
Tabla 3

Higiene Bucal, Estado de Periodonto e Intoxicación por Plomo en los Trabajadores de Empresas Mineras de la Provincia de Pasco, Periodo 2010.

	NUMERO DE TRABAJADORES	PORCENTAJE
Higiene bucal		
Dos a tres veces por día	42	28.8
Una vez por día	75	51.4
Casi nunca	29	19.9
Gingivitis		
No presenta	18	12.3
Leve	29	19.9
Moderada	29	19.9
Severa	70	47.9
Periodontitis		
No Presenta	99	67.8
Leve	16	11.0
Moderada	18	12.3
Severa	13	8.9
Concentraciones de plomo en sangre (ug/dl)		
Normal	50	34.2
Intoxicación leve (21 a 32)	74	50.7
Intoxicación Moderada (>32 y <44)	22	15.1

Considerando que el estado del periodonto está relacionado con la presencia de gingivitis o periodontitis, se observa que, la mayoría (47.9%) presenta gingivitis severa, el 19.9% presenta gingivitis leve o moderada, siendo solo el 12.3% los que no lo presentan. En cuanto a la periodontitis, solo el 8.9% presenta periodontitis severa, el 11.0% leve, el 12.3% moderada, y la gran mayoría (67.8%) en este caso no presenta periodontitis. (Tabla 3).

Figura 2. Concentraciones de Plomo en la Sangre de los Trabajadores.



4.1.1. CONCENTRACIÓN DE PLOMO EN LA SANGRE DE LOS TRABAJADORES.

En la muestra de 146 trabajadores de empresas mineras de la Provincia de Pasco, durante el periodo del 2010, se encontraron concentraciones de plomo en la sangre entre 4 y 44 $\mu\text{g/dl}$, con un promedio de $35 \pm 9.5 \mu\text{g/dl}$, (Fig. 2).

De acuerdo a los niveles referenciales establecidos por la OMS, (Corey, G.; Galvao, L., 1989); se encontró que: 34.2% ($\leq 20 \mu\text{g/dl}$) de los trabajadores no está intoxicado, 50.7% presenta intoxicación leve (21 a $32 \mu\text{g/dl}$), y el 15.1% tienen moderada (> 32 y $< 44 \mu\text{g/dl}$). (Tabla 3).

Al realizar el análisis de la presencia de plomo en la sangre respecto al lugar de nacimiento, se encontró que la concentración mediana de plomo en los nacidos en Junín es $25 \mu\text{g/dl}$, en Cerro de Pasco $24 \mu\text{g/dl}$; mientras que en los trabajadores nacidos en Huánuco es $16 \mu\text{g/dl}$. (Fig. 7, Anexo 2), observándose casi la misma concentración en los nacidos en Junín y Pasco, la proporción de trabajadores que presenta concentraciones elevadas de plomo en la sangre es mayor entre los nacidos en Pasco y Junín, comparado con los nacidos en Huánuco, aunque estas diferencias no son estadísticamente significativas. (Tabla 4).

Tabla 4

Características Demográficas, en Relación con Intoxicación por Plomo en los Trabajadores de Empresas Mineras de la Provincia de Pasco, 2010.

CARACTERÍSTICAS DEMOGRÁFICAS	PLOMO EN SANGRE (µg/dl)						P- Valor(1)
	Normal		Leve		Moderado		
	n	%	n	%	n	%	
Edad							
Menos de 40	28	65.1	15	34.9	0	0.0	0.000*
40 – 50	18	26.5	43	63.2	7	10.3	
Más de 50	4	11.4	16	45.7	15	42.9	
Lugar de nacimiento							
Junín	15	28.3	26	49.1	12	22.6	0.186
Huánuco	8	57.1	5	35.7	1	7.1	
Pasco	27	34.2	43	54.4	9	11.4	
Lugar de residencia							
Milpo	13	37.1	17	48.6	5	14.3	0.932
Pasco	30	33.3	45	50.0	15	16.7	
Colquijirca	7	33.3	12	57.1	2	9.5	
Grado de instrucción							
Primaria	1	5.9	8	47.1	8	47.1	0.000*
Secundaria	14	20.9	42	62.7	11	16.4	
Superior	35	56.5	24	38.7	3	4.8	

(1) Prueba de Tau Goodman and Kruskal.

* Significativos $P < 0.05$

En cuanto a la edad de los trabajadores se observa que a mayor edad la concentración de plomo en la sangre es mayor, considerando que el plomo no se metaboliza sino que se acumula en el organismo, se explicaría porque los más jóvenes presentan menores concentraciones (Fig.8, Anexo3). En trabajadores de 50 años a más, el 88.6% presentan intoxicación entre leve y moderado, entre los más jóvenes (menor de 40 años) es menor la intoxicación (34.9%), (Fig.8, Anexo3). Estas diferencias son estadísticamente significativas ($p < 0,05$). (Tabla 4).

De acuerdo al lugar de nacimiento, en Pasco y Junín se encuentran una mayor proporción de trabajadores con niveles entre leves (Junín 49.1%, Pasco 54.4%) y moderados (Junín 22.6%, Pasco 11.4%), mientras que los nacidos en Huánuco, mayoritariamente (57.1%) presentan niveles normales de plomo en la sangre, (Tabla N°4), estas diferencias no son estadísticamente significativas.

Con respecto al lugar de residencia del trabajador minero, en los tres lugares considerados en el estudio (Milpo, Pasco y Colquijirca), más de la mitad de los trabajadores mineros tienen algún grado de contaminación por plomo, aunque Milpo presenta una concentración mediana ligeramente mayor ($25\mu\text{g/dl}$), en segundo lugar en Pasco ($24\mu\text{g/dl}$) y menor en Colquijirca ($23\mu\text{g/dl}$); aunque estas diferencias no son estadísticamente significativas (Fig. 9, Anexo 4; Tabla 4).

Los trabajadores con menor grado de instrucción, realizan labores de extracción o en la planta concentradora, por lo que aquellos con instrucción primaria (el 50%) tienen más de $31\mu\text{g/dl}$ de plomo en sangre, en los de instrucción secundaria tienen más de $25\mu\text{g/dl}$, y a su vez con instrucción superior la mitad tienen menor igual a $16\mu\text{g/dl}$. (Fig. 10, Anexo 5). Observándose mayor intoxicación por plomo en trabajadores con instrucción primaria y secundaria, es decir los de educación primaria el 94.2% tienen algún grado de intoxicación, en los de educación secundaria el 79.1%, siendo menor la intoxicación (43.5%) los que tienen educación superior. Las diferencias observadas en los porcentajes de los trabajadores con niveles de contaminación son estadísticamente significativas ($p < 0,05$). (Tabla 4).

En cuanto a las características laborales del trabajador de las empresas mineras del departamento de Pasco, la mitad de los trabajadores de la empresa Milpo tienen $23\mu\text{g/dl}$ o menos de plomo en la sangre, el 50% de la empresa Volcan tiene menor o igual a $25\mu\text{g/dl}$, y la concentración mediana de la empresa Brocal es $22\mu\text{g/dl}$. (Fig.11, Anexo 6). En la tabla 5, las diferencias observadas según el tipo de empresa donde labora, no son estadísticamente significativos.

Con respecto al tiempo que labora en la empresa minera, entre los que trabajan más de 20 años el 89.6% tienen algún grado de intoxicación por plomo, los que están entre 11 y 20 años el 61.5% están intoxicados, siendo menor (25%) los intoxicados con tiempo de servicio menos de 11 años. Las diferencias observadas en los porcentajes de los

trabajadores con niveles de contaminación, según el tiempo de servicio en la empresa minera son significativos ($p<0,05$), a mayor tiempo de trabajo en la empresa minera, mayor es la probabilidad de tener algún grado de intoxicación. (Tabla 5).

El puesto de trabajo juega un papel muy importante en la intoxicación por plomo, más del 50% de los que trabajan en la mina y en la planta concentradora, presentan niveles elevados de plomo en sangre ($>26\mu\text{g/dl}$), mientras que los que trabajan en otras áreas (oficinas, carpintería, o lugares externos a la mina y planta de tratamiento de minerales) la mediana es 11 o menos $\mu\text{g/dl}$ de plomo en sangre. (Figura12, Anexo7). Entre los que trabajan en mina el 93.1% tienen algún grado de intoxicación, en planta concentradora el 83.6 %, y los que laboran en otras áreas solo el 11.9% presenta niveles leves de contaminación; además se observa que la diferencia en los niveles de contaminación de acuerdo al puesto de trabajo (Tabla 5) son estadísticamente significativas ($p<0,05$).

En cuanto al tiempo que labora en el puesto de trabajo, la gran mayoría (86.7%) de los trabajadores con intoxicación trabajan más de 20 años, seguido del 72.4% que trabajan entre 11 y 20 años y están intoxicados, siendo menor el 45.5% con intoxicación leve vienen laborando menos de 11 años. Mediante el análisis las diferencias de los porcentajes observados ($p<0,05$), estadísticamente son significativas. (Tabla 5).

Características Laborales, en Relación con Intoxicación por Plomo en los Trabajadores de Empresas Mineras de la Provincia de Pasco, 2010.

CARACTERÍSTICAS LABORALES	PLOMO EN SANGRE (µg/dl)						P- Valor(1)
	Normal		Leve		Moderado		
	N	%	n	%	n	%	
Empresa Donde Trabaja							
Milpo	19	41.3	22	47.8	5	10.9	0.485
Volcan	21	28.0	39	52.0	15	20.0	
Brocal	10	40.0	13	52.0	2	8.0	
Tiempo en la Empresa							
< 11 Años	15	75.0	5	25.0	0	0.0	0.000*
11 - 20 Años	30	38.5	44	56.4	4	5.1	
20+ Años	5	10.4	25	52.1	18	37.5	
Puesto de Trabajo							
Mina	3	7.0	30	69.8	10	23.3	0.000*
Planta Concentradora	10	16.4	39	63.9	12	19.7	
Otras Áreas	37	88.1	5	11.9	0	0.0	
Tiempo en el Puesto							
< 11 Años	24	54.5	20	45.5	0	0.0	0.004*
11 - 20 Años	24	27.6	45	51.7	18	20.7	
20+ Años	2	13.3	9	60.0	4	26.7	
Ocupación							
Operario	4	10.0	23	57.5	13	32.5	0.000*
Oficial	3	7.3	32	78.0	6	14.6	
Técnico	28	59.6	17	36.2	2	4.3	
Sobrestante	15	83.3	2	11.1	1	5.6	

(1) Prueba de Tau Goodman and Kruskal.

* Significativos P< 0.05

Tabla

Sobre el cargo que desempeña el trabajador en la empresa minera, esto comprende cuatro cargos jerárquicos en el siguiente orden: operario, oficial, técnico y sobrestante o empleado. Del grupo de trabajadores con cargo de operario el 50% tienen más de 28µg/dl de plomo en sangre, con cargo de oficial la mitad tienen más de 25µg/dl, la mitad de los trabajadores técnicos tienen menor igual a 18µg/dl, a su vez del grupo de empleados o sobrestantes el 50% presenta concentraciones menores o iguales a 12µg/dl. (Fig. 13, Anexo 8). La gran mayoría (90%) los operarios presentan intoxicación por plomo, en el cargo de oficial el 92.6% tienen algún grado de contaminación, y entre los técnicos el 40.5%. Finalmente, en el grupo de empleados o sobrestantes solo el 16.7% presentan algún grado de contaminación. Las diferencias observadas en los porcentajes de los trabajadores con niveles de contaminación, son significativos ($p < 0,05$). (Tabla 5).

4.1.2. CARACTERÍSTICAS DE LOS USUARIOS ASOCIADOS A LA PRESENCIA DE GINGIVITIS Y PERIODONTITIS.-

La presencia de gingivitis se ha clasificado en cuatro categorías: los que no presentan, los que tienen gingivitis leve, gingivitis moderada y los que presentan gingivitis severa.

En cuanto a la edad, los que presentan gingivitis severa, el 68.6% tiene más de 50 años de edad, el 52.9% tiene entre 40 y 50 años y el 23.3% tienen menos de 40 años, observando mayor incidencia de gingivitis severa en mayores de edad; de los que presentan gingivitis entre leve y moderada, el 31.4% son mayores de 40 años, el 30.8% están entre 40 y 50 años, el 60.4% son menores de 40 años, observando una mayoría en menores de edad; usuarios que no presentan gingivitis, el 16.3% son menores de 40 años, el 16.2% están entre 40 y 50 años, no habiendo ningún usuario mayor de 50 años que no presenta gingivitis. La presencia de gingivitis se relaciona significativamente con la edad del trabajador ($p < 0.05$), (Tabla 6).

Sobre el lugar de nacimiento del trabajador de empresa minera, la diferencia de los valores porcentuales observados no es significativa, en tal sentido la presencia de algún grado de gingivitis tiene la misma probabilidad de darse tanto en los nacidos en Junín, Huánuco y Pasco, (Tabla 6). A su vez sobre el domicilio o lugar de residencia del trabajador de minería, también la diferencia de los valores porcentuales observados no

es significativa, o sea los que residen en Milpo, Pasco o Colquijirca, tienen un riesgo similar de presentar algún grado de gingivitis, (Tabla 6). **6**

Presencia de Gingivitis, Según Características Demográficas en los Trabajadores de Empresas Mineras de la Provincia de Pasco, 2010.

CARACTERÍSTICAS DEMOGRÁFICAS	GINGIVITIS								P- Valor(1)
	No Presenta		Leve		Moderado		Severo		
	n	%	n	%	n	%	n	%	
Edad									
Menos de 40	7	16.3	13	30.2	13	30.2	10	23.3	0.002*
40 – 50	11	16.2	12	17.6	9	13.2	36	52.9	
Más de 50	0	0.0	4	11.4	7	20.0	24	68.6	
Lugar de nacimiento									
Junín	2	3.8	10	18.9	13	24.5	28	52.8	0.094
Huánuco	6	42.9	2	14.3	1	7.1	5	35.7	
Pasco	10	12.7	17	21.5	15	19.0	37	46.8	
Lugar de residencia									
Milpo	5	14.3	6	17.1	5	14.3	19	54.3	0.274
Pasco	11	12.2	16	17.8	18	20.0	45	50.0	
Colquijirca	2	9.5	6	33.3	6	28.6	6	28.6	
Grado de instrucción									
Primaria	0	0.0	1	5.9	1	5.9	15	88.2	0.000*
Secundaria	4	6.0	12	17.9	11	16.4	40	59.7	
Superior	14	22.6	16	25.8	17	27.4	15	24.2	

(1) Prueba de Tau Goodman and Kruskal.

* Significativos P< 0.05

Con respecto al grado de instrucción del trabajador en una empresa minera, entre los que presentan gingivitis severa, el 88.2% tienen instrucción primaria, el 59.7% secundaria y el 24.2% superior, observándose mayor incidencia en usuarios con menor

Tabla

grado de instrucción; de los usuarios con gingivitis leve o moderado, el 11.8% tienen educación primaria, el 34.3% secundaria y el 53.2% superior, se observa que los que tienen menor grado de gingivitis con mayor frecuencia se presentan en usuarios con mayor grado de instrucción; de los que no presentan gingivitis, el 22.6% tienen nivel superior, el 6% nivel secundaria y no habiendo ninguno con nivel primaria que no presenta gingivitis. La presencia de algún grado de gingivitis se relaciona significativamente con el grado de instrucción del trabajador en las empresas mineras, $p < 0.05$ (Tabla 6).

En cuanto al tiempo de servicio a la empresa minera, los trabajadores que presentan gingivitis severa, el 68.8% labora más de 20 años, el 39.7% entre 11 y 20 años, el 30% menos de 11 años, observando mayor incidencia de gingivitis en trabajadores con mayores años de tiempo de servicio; los que presentan gingivitis entre leve y moderado, el 55% trabajan menos de 11 años, el 44.8% entre 11 y 20 años, el 25% más de 20 años. El tiempo de servicio a la empresa minera se relaciona significativamente ($p < 0.05$) con la presencia de algún grado de gingivitis, (Tabla 7). Con respecto al tipo de empresa donde labora el usuario, no tiene relación significativa con la presencia de algún grado de gingivitis, (Tabla 7).

De la misma manera, el tiempo que labora en el puesto de trabajo asociado a la presencia de gingivitis, entre los que presentan gingivitis severa, el 73.3% trabaja más de 20 años, el 54% entre 11 y 20 años y el 27.3% menos de 11 años; con gingivitis leve o moderada el 54.5% trabaja menos de 11 años, el 36.8% entre 11 y 20 años, el 13.3% más de 20 años. También se observa una relación significativa ($p < 0.05$), entre presencia de gingivitis y tiempo en el puesto de trabajo, (Tabla 7).

Con relación al área o puesto de trabajo en la empresa minera donde labora el usuario, de los que presenta gingivitis severa el 88.4% trabaja en la mina, el 52.5% en planta concentradora, no habiendo usuarios con este diagnóstico que laboran en otras áreas, las diferencias son estadísticamente significativas ($p < 0.05$), (Tabla 7).

Presencia de Gingivitis, en Relación a las Características Laborales en los Trabajadores de Empresas Mineras de la Provincia de Pasco, 2010.

CARACTERÍSTICAS LABORALES	GINGIVITIS								P- Valor	(1)
	No Presenta		Leve		Moderado		Severo			
	n	%	n	%	n	%	n	%		
Empresa Donde Trabaja										
Milpo	8	17.4	9	19.6	8	17.4	21	45.7	0.117	
Volcan	7	9.3	11	14.7	14	18.7	43	57.3		
Brocal	3	12.0	9	36.0	7	28.0	6	24.0		
Tiempo en la Empresa										
< 11 Años	3	15.0	4	20.0	7	35.0	6	30.0	0.001*	
11 - 20 Años	12	15.4	21	26.9	14	17.9	31	39.7		
20+ Años	3	6.3	4	8.3	8	16.7	33	68.8		
Puesto de Trabajo										
Mina	1	2.3	0	0.0	4	9.3	38	88.4	0.000*	
Planta Concentradora	2	3.3	8	13.1	19	31.1	32	52.5		
Otras Áreas	15	35.7	21	50.0	6	14.3	0	0.0		
Tiempo en el Puesto										
< 11 Años	8	18.2	11	25.0	13	29.5	12	27.3	0.002*	
11 - 20 Años	8	9.2	16	18.4	16	18.4	47	54.0		
20+ Años	2	13.3	2	13.3	0	0.0	11	73.3		

Tabla**Ocupación**

Operario	3	7.5	1	2.5	7	17.5	29	72.5	0.000*
Oficial	3	7.3	7	17.1	5	12.2	26	63.4	
Técnico	7	14.9	16	34.0	12	25.5	12	25.5	
Sobrestante	5	27.8	5	27.8	5	27.8	3	16.7	

(1) Prueba de Tau Goodman and Kruskal. *
Significativos $P < 0.05$

Según la jerarquía del trabajador en la empresa, de los que presenta gingivitis severa, el 72.5% es operario, 63.3% oficial, 25.5% técnico y 16.7% sobrestante; con diagnóstico leve o moderado, operario 20%, oficial 29.3%, técnico 59.5% y sobrestante 55.6%. En estos datos se observa mayor incidencia de gingivitis en cargos de operario y oficial, así como poca presencia de gingivitis en los cargos de sobrestante. Las diferencias porcentuales observadas son significativas, $p < 0.05$ (Tabla 7).

Al no haberse sometido a tratamiento por la presencia de gingivitis, se produce la periodontitis. De la misma forma que con la gingivitis, la edad juega un papel muy importante en la presencia de periodontitis, los de mayor edad (más de 50) presentan niveles significativamente más elevados de periodontitis. Sometiendo estos valores a un análisis estadístico las diferencias porcentuales observadas son significativas ($p < 0.05$), (Tabla 8).

Con relación a la presencia de periodontitis asociado al lugar de nacimiento así como al lugar de residencia de los trabajadores de las empresas mineras, se observa que la diferencia de los valores porcentuales observados no es significativa, (Tabla 8).

En los trabajadores de las empresas mineras el grado de instrucción es muy importante en el diagnóstico de periodontitis, entre los que presentan periodontitis severa 35.3% tienen instrucción primaria, 7.5% secundaria y 3.2% superior; los que tienen el diagnóstico de periodontitis entre leve y moderado el 41.2% tienen primaria, 31.3% secundaria y el 9.7% superior; de los usuarios que no presentan periodontitis el 23.5% tienen educación primaria, 61.2% secundaria y 87.1 superior. Se observa que los

afectados por periodontitis con mayor frecuencia se presentan en usuarios con instrucción primaria y secundaria más que en los de nivel superior, luego del análisis estadístico la diferencia de los valores porcentuales observados es significativa ($p < 0.05$), (Tabla 8).

8

Presencia de Periodontitis, Según las Características Demográficas en los Trabajadores de Empresas Mineras de la Provincia de Pasco, 2010.

CARACTERÍSTICAS DEMOGRÁFICAS	PERIODONTITIS								P- Valor(1)
	No Presenta		Leve		Moderado		Severo		
	n	%	n	%	n	%	n	%	
Edad									
Menos de 40	39	90.7	2	4.7	2	4.7	0	0.0	0.000*
40 – 50	42	61.8	9	13.2	8	11.8	9	13.2	
Más de 50	18	51.4	5	14.3	8	22.9	4	11.4	
Lugar de nacimiento									
Junín	35	66.0	6	11.3	9	17.0	3	5.7	0.66
Huánuco	11	78.6	0	0.0	2	14.3	1	7.1	
Pasco	53	67.1	10	12.7	7	8.9	9	11.4	
Lugar de residencia									
Milpo	21	60.0	4	11.4	6	17.1	4	11.4	0.082
Pasco	59	65.6	11	12.2	12	13.3	8	8.9	
Colquijirca	19	90.5	1	4.8	0	0.0	1	4.8	

Tabla**Grado de instrucción**

Primaria	4	23.5	2	11.8	5	29.4	6	35.3	0.000*
Secundaria	41	61.2	12	17.9	9	13.4	5	7.5	
Superior	54	87.1	2	3.2	4	6.5	2	3.2	

(1) Prueba de Tau Goodman and Kruskal.

* Significativos $P < 0.05$

En cuanto a la presencia de periodontitis asociados a las características laborales de los trabajadores en la muestra en estudio, se observa sobre el tiempo de servicio a la empresa, a mayor tiempo (más de 20 años) en la empresa con mayor frecuencia (52.2%) se presenta algún grado de periodontitis, así como los que laboran entre 11 y 20 años es el 24.4%. Se observa que a mayor tiempo de permanencia en la empresa con mayor frecuencia se presenta algún grado de periodontitis. La diferencia porcentual observada es significativa ($p < 0.05$), (Tabla 9). Similarmente, ocurre con el tiempo en el puesto de trabajo y la presencia de periodontitis, a mayor tiempo en el puesto de trabajo mayor es la probabilidad de un diagnóstico de periodontitis, también en este caso las diferencias porcentuales observadas son significativas ($p < 0.05$), (Tabla 9).

Tabla 9

Presencia de Periodontitis, Asociadas a las Características Laborales en los Trabajadores de Empresas Mineras de la Provincia de Pasco, 2010.

CARACTERÍSTICAS LABORALES	PERIODONTITIS								P- Valor ⁽¹⁾
	No Presenta		Leve		Moderado		Severo		
	n	%	n	%	n	%	n	%	
Empresa Donde Trabaja									
Milpo	30	65.2	6	13.0	7	15.2	3	6.5	0.019
Volcan	46	61.3	9	12.0	11	14.7	9	12.0	
Brocal	23	92.0	1	4.0	0	0.0	1	4.0	
Tiempo en la Empresa									
< 11 Años	17	85.0	2	10.0	1	5.0	0	0.0	0.000*
11 - 20 Años	59	75.6	7	9.0	8	10.3	4	5.1	
20+ Años	23	47.9	7	14.6	9	18.8	9	18.8	

Puesto de Trabajo

Mina	13	30.2	11	25.6	13	30.2	6	14.0	0.000*
Planta Concentradora	44	72.1	5	8.2	5	8.2	7	11.5	
Otras Áreas	42	100.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	

Tiempo en el Puesto

< 11 Años	37	84.1	4	9.1	2	4.5	1	2.3	0.002*
11 - 20 Años	56	64.4	10	11.5	13	14.9	8	9.2	
20+ Años	6	40.0	2	13.3	3	20.0	4	26.7	

Ocupación

Operario	19	47.5	5	12.5	10	25.0	6	15.0	0.000*
Oficial	23	56.1	6	14.6	7	17.1	5	12.2	
Técnico	40	85.1	4	8.5	1	2.1	2	4.3	
Sobrestante	17	94.4	1	5.6	0	0.0	0	0.0	

(1) Prueba de Tau Goodman and Kruskal.

* Significativos $P < 0.05$

En cuanto al área o puesto de trabajo del usuario, mayor incidencia de periodontitis se presenta en trabajadores de las áreas de mina (69.8%) y planta concentradora

(27.9%), no presentándose casos de periodontitis en usuarios que trabajan en otras áreas externas a mina y planta concentradora. En este caso también las diferencias de porcentajes observados de los trabajadores con el diagnóstico de periodontitis según el área o puesto de trabajo son estadísticamente significativas ($p<0.05$). (Tabla 9).

En el caso del cargo que ocupa el trabajador en la empresa minera, se observa que la presencia de periodontitis con mayor frecuencia se presenta en el cargo de operario (52.5%) y en el cargo de oficial (43.9%). Observándose que los trabajadores con menor cargo jerárquico (operario, oficial) son significativamente más afectados por la presencia de periodontitis, ($p<0.05$), (Tabla 9).

En cuanto a la presencia de gingivitis asociado a la concentración de plomo en la sangre en los trabajadores de las empresas mineras del departamento de Pasco, entre los que tuvieron el diagnóstico de gingivitis severa, el 16% se encuentran en el rango normal ($\leq 20\mu\text{g/dl}$) de plomo en sangre, el 59.5% tienen intoxicación leve ($21-32\mu\text{g/dl}$) y el 81.8% moderado (Más de 32 y menos de $44\mu\text{g/dl}$); los que presentan gingivitis entre leve o moderado el 58% están en el rango normal de plomo en la sangre, el 35.1% tienen intoxicación leve y el 13.6% intoxicación moderada; los usuarios que no presentan gingivitis el 26% se encuentran en el rango normal, 5.4% leve y 4.5% moderado. La diferencias de los valores porcentuales observados es significativa ($p<0.05$), (Tabla 10).

Con respecto a la prevalencia de periodontitis, según la tabla 10 se encontró que, de los que presentaron periodontitis severa, el 31.8% tienen intoxicación moderada (Más de 32 y menos de $44\mu\text{g/dl}$), el 8.1% intoxicación leve ($21-32\mu\text{g/dl}$), no encontrándose en este caso pacientes con el rango normal ($\leq 20\mu\text{g/dl}$) de plomo en la sangre; de los usuarios con periodontitis entre leve o moderado, el 40.9% tienen intoxicación moderada, el 32.4% intoxicación leve; finalmente en pacientes que no presentaron periodontitis se encontró que, el 98% están dentro de lo normal de plomo en la sangre, el 59.5% intoxicación leve y el 27.3% moderada. Observándose que, cuando se incrementa las concentraciones de plomo en la sangre, se incrementa la severidad de la periodontitis. En tal sentido la presencia de periodontitis en los pacientes mineros de la provincia de Pasco, tiene relación significativa ($p<0.05$) con la cantidad de plomo en la sangre. (Tabla 10).

Tabla 10

Presencia de Gingivitis y Periodontitis, en Relación a la Concentración de Plomo en Sangre ($\mu\text{g}/\text{dl}$) en los Trabajadores de Empresas Mineras de la Provincia de Pasco, 2010.

GINGIVITIS									
CONCENTRACIÓN									P- (1)
DE PLOMO EN	No Presenta		Leve		Moderado		Severo		
	Valor SANGRE (µg/dl)								
	n	%	n	%	N	%	n	%	
Normal	13	26.0	18	36.0	11	22.0	8	16.0	0.000*
Leve	4	5.4	10	13.5	16	21.6	44	59.5	
Moderado	1	4.5	1	4.5	2	9.1	18	81.8	
TOTAL	18	12.3	29	19.9	29	19.9	70	47.9	

PERIODONTITIS

Normal	49	98.0	1	2.0	0	0.0	0	0.0	0.000*
Leve	44	59.5	12	16.2	12	16.2	6	8.1	
Moderado	6	27.3	3	13.6	6	27.3	7	31.8	
TOTAL	99	67.8	16	11.0	18	12.3	13	8.9	

(1) Prueba de Tau Goodman and Kruskal. *
Significativos $P < 0.05$

4.2. ANÁLISIS DE HOMOGENEIDAD.-

La interpretación de los resultados del análisis de homogeneidad muchas veces se basa en representaciones gráficas. La propuesta es encontrar un nuevo espacio de menor dimensión, a partir de las variables originales y debido al carácter cualitativo de las variables resulta adecuado realizar el análisis correspondiente.

Las variables que se tuvieron en cuenta en el análisis son variables de tipo cualitativo por naturaleza, aquellas que eran cuantitativas fueron categorizadas, por lo mismo que se utilizó el análisis de homogeneidad. En la tabla 15 (Anexo 9), se muestran las variables que se consideraron en el análisis y el modo en que fueron categorizadas.

Para las variables tratadas como nominales u ordinales, el rango de las categorías no afecta los resultados. Para las variables ordinales, se conserva el orden de las categorías en las cuantificaciones. Todos los esquemas de codificación que produzcan el mismo orden de categorías tendrán resultados idénticos.

Aunque muchos esquemas de codificación de una variable son funcionalmente equivalentes, se prefieren aquellos esquemas con pequeñas diferencias entre los códigos, ya que estos afectan los resultados que genera un procedimiento. Todas las categorías codificadas con valores entre 1 y el máximo definido por el usuario son válidas.

4.2.1. PRESENCIA DE GINGIVITIS, PLOMO EN LA SANGRE Y CARACTERÍSTICAS DEMOGRÁFICAS - LABORALES DE LOS USUARIOS.

En el análisis que se detalla a continuación se pretende explicar el comportamiento de las características de estudio, mediante el análisis de homogeneidad tratando de reducir la dimensión del espacio de variables total.

La inercia indica la proporción de la varianza de los datos explicada por cada una de las dimensiones. Se observa que hay un 60.7% de la variabilidad de los datos explicada por las dos primeras dimensiones incluidas en nuestro modelo. Es posible dividir la inercia total en componentes que se pueden atribuir a cada dimensión, es decir, se puede evaluar la inercia mostrada por una determinada dimensión comparándola con la inercia total, (Tabla 11).

Tabla 11. Resumen del Modelo Respecto a Gingivitis y Características Demográficas y Laborales.

Dimensión	Alfa de Cronbach	Varianza explicada		
		Total (Autovalores)	Inercia	% de la varianza
1	,838	4,200	,382	38,180
2	,655	2,474	,225	22,490
Total		6,674	,607	
Media	,770 ^a	3,337	,303	30,335

a. El Alfa de Cronbach Promedio está basado en los autovalores promedio.

El coeficiente alfa de Cronbach mide la consistencia de las categorías con respecto al factor, tal es así por ejemplo 0.838 para el primer factor indica que tan relacionados están las características demográficas y laborales con el primer factor.

De los 60.7% de la variabilidad total de los datos explicada por las dimensiones incluidas en nuestro modelo, el 38.2% es explicada por la primera dimensión y 22.5% explicada por la segunda, Tabla 11.

El coeficiente Alfa de Cronbach indica consistencia interna, basado en el promedio de las correlaciones entre los ítems, un coeficiente de correlación al cuadrado que, a grandes rasgos, mide la homogeneidad de las preguntas promediando todas las correlaciones entre todos los ítems para ver que, efectivamente, se parecen. Su interpretación es que, cuanto más se acerque el índice al extremo 1, mejor es la fiabilidad, considerando una buena fiabilidad de 0.75 a 0.9, (Nunnally 1995). En nuestro caso el coeficiente Alfa en base a la cantidad de varianza explicada en cada dimensión, el valor promedio obtenido es 0.77 aproximadamente, el cual puede considerarse alto, por lo mismo que se encuentra muy próximo a 1 que es el valor máximo del coeficiente.

En la tabla 12, se muestran las medidas de discriminación por variable en cada dimensión, en cuanto a las características demográficas del usuario, se observa que la edad, grado de instrucción, plomo en la sangre y presencia de gingivitis son cuatro variables que están mayormente relacionadas con la dimensión 1. Estas cuatro variables se encuentran próximas (Fig. 3), lo que indica que existe algún grado de relación entre las características mencionadas, diferenciándose en un grupo. La edad y plomo en la sangre aparece aún más relacionada con la dimensión 1, de la misma forma grado de instrucción y estado de gingiva también parecen relacionadas con la dimensión 1 (Tabla 12).

De la misma manera, sobre las medidas de discriminación por variable de cada dimensión respecto a las características laborales de los usuarios, se observa que, puesto de trabajo, plomo en la sangre, estado de la Gingiva (presencia de gingivitis), ocupación o cargo que desempeña y tiempo en la empresa son cinco variables que se encuentran relacionadas con la dimensión 1. Las cinco variables se encuentran

próximas en la figura N°03, lo que indica que existe cierto grado de relación entre las variables indicadas, (Tabla 12).

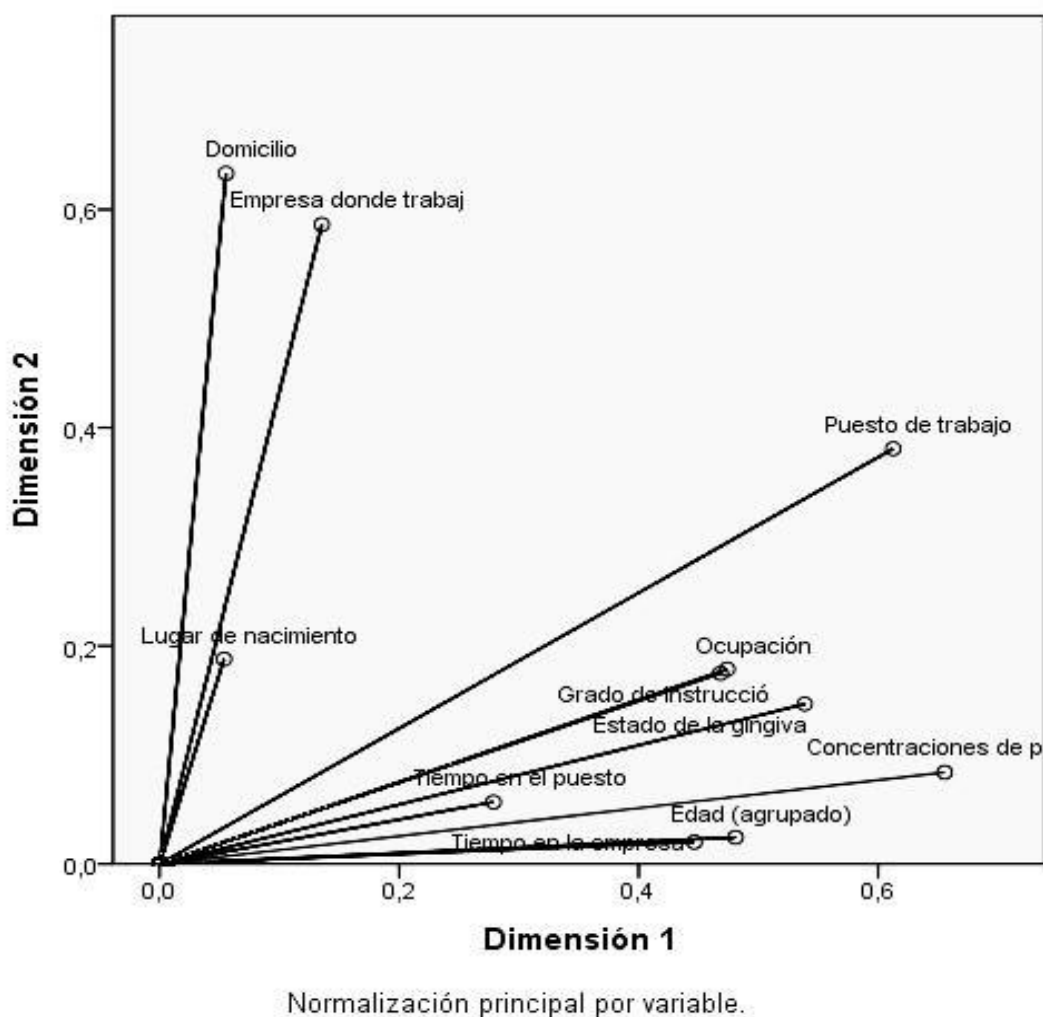
Tabla 12. Características Demográficas y Laborales de los Usuarios, Según Medidas de Discriminación en cada Dimensión.

	Dimensión		Media
	1	2	
Lugar de Nacimiento	,054	,188	,121
Domicilio	,055	,633	,344
Grado de Instrucción	,468	,175	,322
Edad	,481	,025	,253
Ocupación	,474	,179	,326
Puesto de Trabajo	,612	,381	,497
Empresa donde Trabaja	,135	,586	,361
Tiempo en el Puesto de Trabajo	,279	,057	,168
Tiempo en la Empresa	,447	,020	,233
Estado de la Gingiva	,539	,147	,343
Concentraciones de Plomo	,656	,084	,370
Total Activo	4,200	2,474	3,337
% de la Varianza	38,180	22,490	30,335

En un grupo aparte se encuentran el resto de las variables, es decir lugar de nacimiento y domicilio, estos se encuentran relacionadas mayormente con la dimensión 2, por esta razón aparecen bastante alejados de plomo en la sangre y edad, también se encuentran un tanto alejadas con grado de instrucción y estado de gingiva, (Fig. 3). En consecuencia se puede observar que el estado de gingiva, se encuentra relacionado generalmente con plomo en la sangre del usuario, grado de instrucción, edad de los trabajadores, puesto de trabajo, ocupación y tiempo en la empresa, (Fig. 3).

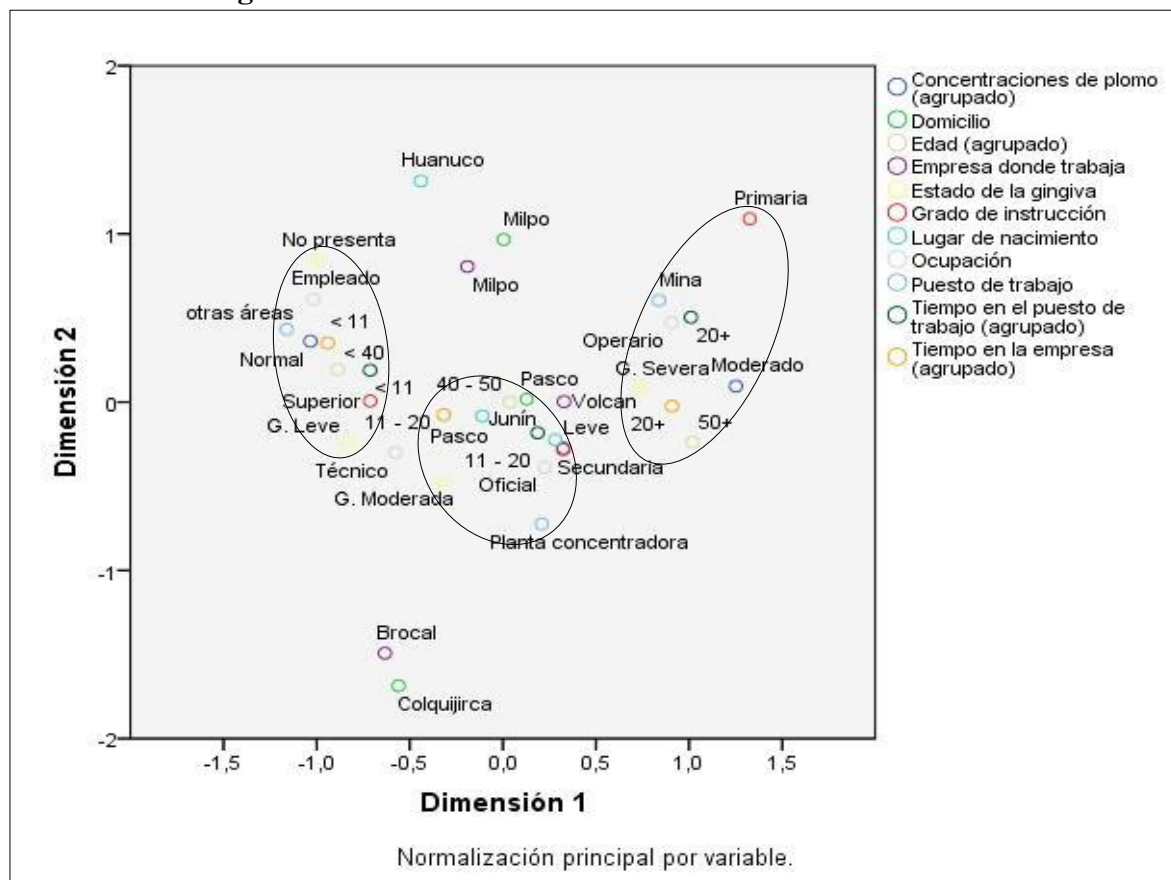
Concluimos que la variable tipo de empresa donde trabaja no tiene relación con ninguna otra variable, mientras que el estado de gingiva, se encuentra relacionado con plomo en la sangre, puesto de trabajo, ocupación y tiempo de trabajo en la empresa (Fig. 03).

Figura 3. Medidas de Discriminación para Características Demográficas y Laborales, Plomo en la Sangre y Presencia de Gingivitis.



En la figura N°4, se observan relaciones entre categorías acorde con su cercanía. Tales como que gingivitis severa se observa más próxima en trabajadores de mayor edad y en los que tienen mayor concentración de plomo en sangre o sea moderado. Los que presentan plomo en la sangre en un rango normal, están más próximo a usuarios con gingivitis leve o en los que no presentan gingivitis, estos usuarios son menores de 40 años de edad y tienen grado de instrucción superior. Aunque no se observa mayor relación entre el estado de la Gingiva con el lugar de nacimiento y el domicilio de los trabajadores. Los que presentan mayor concentración de plomo en sangre (moderado) están más próximos a instrucción primaria, y estos usuarios son mayores de edad y presentan gingivitis severa. Usuarios con instrucción secundaria y con los nacidos en Junín, presentan plomo en sangre de 21 a 32 $\mu\text{g/dl}$. Los que tienen gingivitis leve están próximos a menores de 40 años de edad con estudios superiores y con plomo en sangre $\leq 20 \mu\text{g/dl}$, (Fig. 4).

Figura 4. Diagrama Conjunto de Puntos de Categorías, según Características Demográficas y Laborales, Plomo en la Sangre y Presencia de Gingivitis



En cuanto a la cercanía entre categorías de las variables de estudio, con respecto a las características laborales, se observa que, los que presentan gingivitis severa tienen más de 20 años de tiempo en la empresa, presentan niveles moderados de plomo en sangre. Los que no presentan gingivitis tienen menos de 11 años de tiempo de servicio en la empresa, sus niveles de plomo en sangre se encuentran en un rango normal, pertenecen a una mayor jerarquía en el cargo que desempeña (empleados o sobrestantes), además estos usuarios trabajan en otras áreas que no son mina o planta concentradora, y trabajan menos de 11 años en el puesto de trabajo. La presencia de gingivitis moderada, se encuentra próxima a la permanencia de 11 a 20 años en el puesto de trabajo, tener el cargo de oficial, con niveles leves de plomo en la sangre y trabajan en planta concentradora. Y los que presentan gingivitis leve, están más próximos a los que tienen ocupación técnica y a los que trabajan de 11 a 20 años de tiempo de servicio en la empresa. Aunque todas estas categorías de las variables no guardan mayor relación con usuarios que trabajan en diferentes tipos de empresa (Milpo, Volcan y Brocal), (Fig. 4).

4.2.2. PRESENCIA DE PERIODONTITIS, CARACTERÍSTICAS DEMOGRÁFICAS - LABORALES Y PLOMO EN LA SANGRE DE LOS USUARIOS.-

Con respecto a las características demográficas - laborales, estado del periodonto (presencia de periodontitis) y plomo en la sangre de los usuarios, de la misma forma que en el anterior para su análisis correspondiente de las variables en estudio se ha reducido a solo dos dimensiones, donde muestra que el 60% de la variabilidad de los datos explicada por las primeras dos dimensiones del modelo, es decir el 38% explicada por la dimensión 1 y el 22% explicada por la dimensión 2, Tabla N°13. A su vez se observa el coeficiente Alfa de Cronbach medio, indica una elevada consistencia interna entre las variables consideradas y los factores (0,76), (Tabla N°13).

Tabla 13. Resumen del Modelo Respecto a Periodontitis y Factores Demográficos y Laborales.

Dimensión	Alfa de Cronbach	Varianza explicada		
		Total	Inercia	% de la
		(Autovalores)		Varianza
1	,834	4,132	,376	37,568
2	,646	2,421	,220	22,006
Total		6,553	,596	
Media	,764 ^a	3,277	,298	29,787

a. El Alfa de Cronbach Promedio está basado en los autovalores promedio.

Sobre las medidas de discriminación por variable de cada dimensión y el gráfico correspondiente a las medidas de discriminación obtenidas, en cuanto a las características demográficas y laborales se observa que, edad del usuario, grado de instrucción, plomo en la sangre, estado del periodonto (presencia de periodontitis), ocupación, puesto de trabajo y tiempo en la empresa, se encuentran próximas (Fig.5), de tal manera que estas variables muestran algún grado de relación con la primera dimensión, (Tabla N°14), igualmente el grado de instrucción aparece más relacionada a la dimensión 1 mientras que por los valores que presenta pueda tener algo de relación con la dimensión 2. Las variables lugar de nacimiento y domicilio de los usuarios aparecen más relacionada con la dimensión 2, (Tabla 14), observándose que estas dos variables no se relacionan con ninguna de las otras características.

El puesto de trabajo por los valores que presenta se relaciona más con la dimensión 1 pero también se relaciona con la dimensión 2, tiempo de trabajo en el puesto muestra relación más con la dimensión 1 que con la dimensión 2, (Fig.5). El tipo de empresa donde trabaja el usuario se relacionan más con la dimensión 2 y en menor proporción con la dimensión 1, por lo mismo esta variable no se relaciona con las otras variables incluidas en el estudio, (Tabla 14).

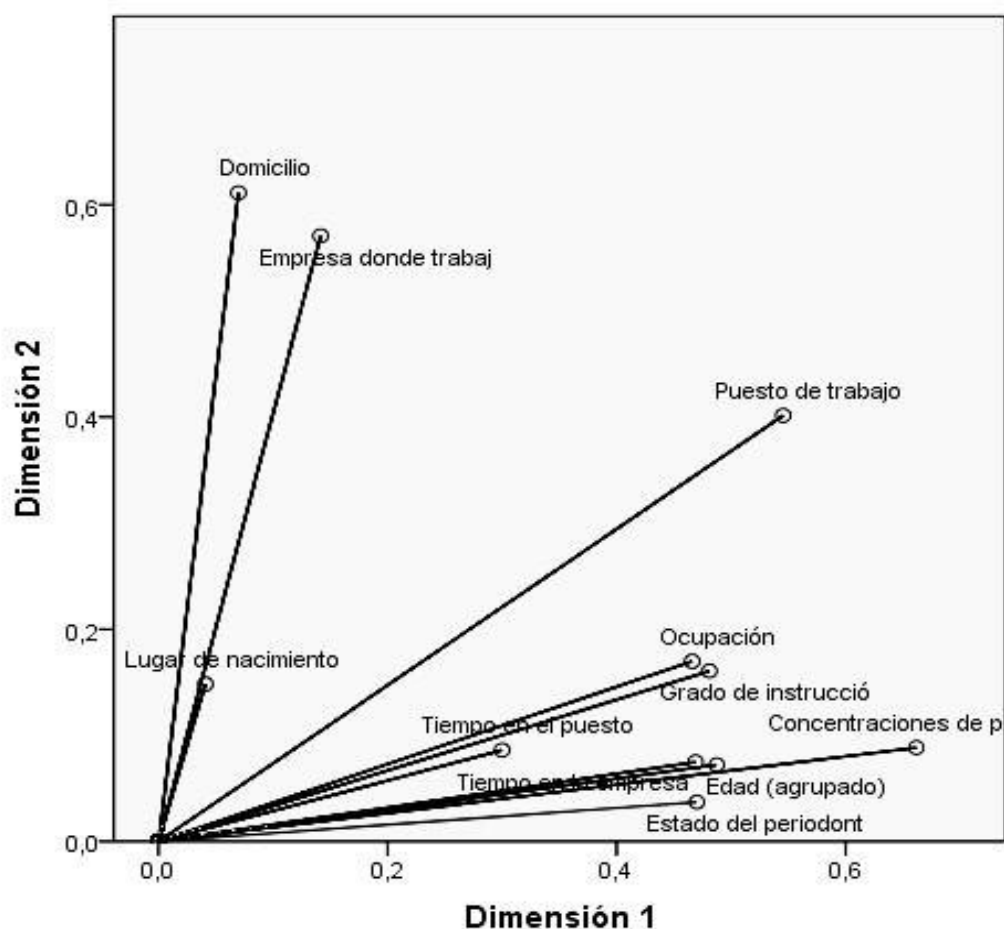
Tabla 14. Medidas de Discriminación Para Periodontitis y Características Demográficas - Laborales

	Dimensión		Media
	1	2	
Lugar de nacimiento	,041	,148	,095
Domicilio	,070	,611	,341
Grado de instrucción	,481	,161	,321
Edad (agrupado)	,487	,072	,280
Ocupación	,466	,170	,318
Puesto de trabajo	,545	,401	,473
Empresa donde trabaja	,142	,571	,356
Tiempo en el puesto	,300	,086	,193
Tiempo en la empresa	,469	,075	,272
Concentraciones de plomo	,662	,088	,375
Estado del periodonto	,470	,037	,254
Total activo	4,132	2,421	3,277
% de la varianza	37,568	22,006	29,787

Respecto a las características demográficas y laborales (Fig.5), se concluye que el estado del periodonto (presencia de periodontitis) se encuentra afectada por la cantidad de plomo en la sangre, edad, grado de instrucción del usuario, ocupación o cargo que desempeña, tiempo de servicio en la empresa, tiempo en el puesto y en menor proporción el puesto de trabajo del usuario.

El lugar de nacimiento, domicilio de los usuarios y el tipo de empresa donde trabaja, que se encuentran relacionados con la dimensión 2, aparecen bastante alejados con la presencia de plomo en la sangre y estado del periodonto, los mismos que se encuentran relacionados con la dimensión 1, (Fig.5). En consecuencia, estas variables mencionadas no afectan al estado del periodonto tampoco a la cantidad de plomo en la sangre, considerándose variables independientes con respecto a los casos (Fig. 5).

Figura 5. Medidas de Discriminación para Características Demográficas - Laborales, Plomo en la Sangre y Presencia de Periodontitis.

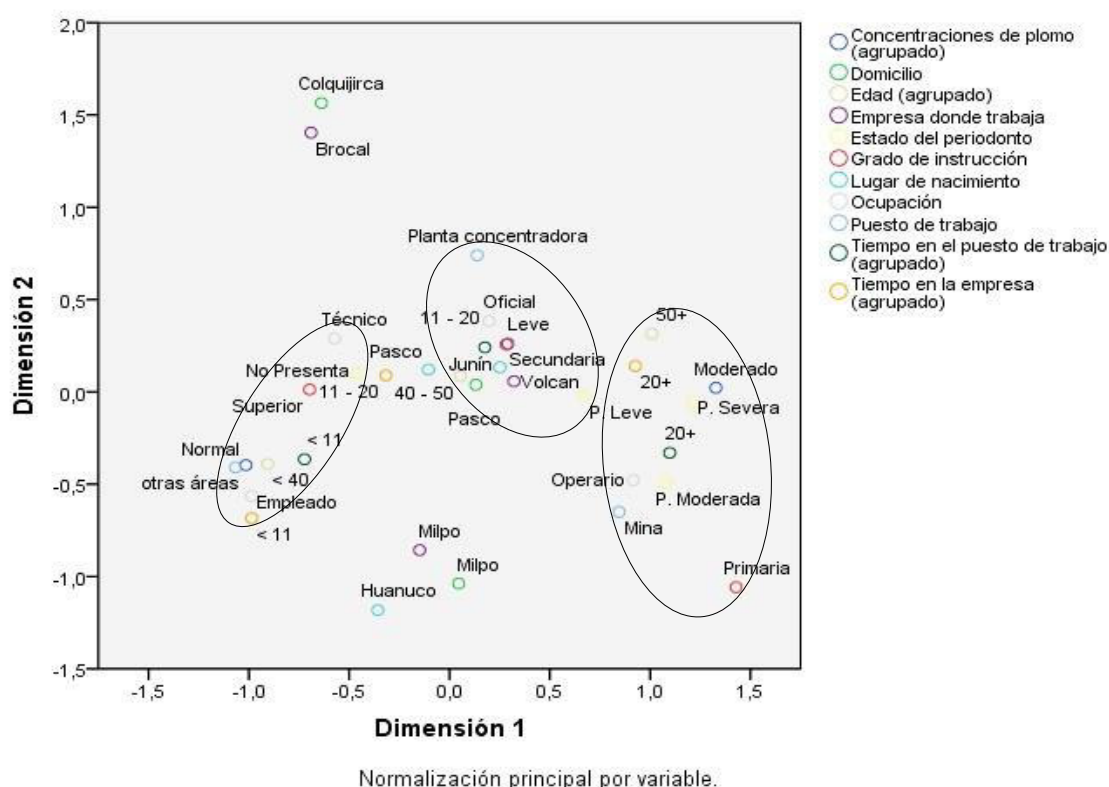


Normalización principal por variable.

En cuanto al análisis entre categorías de las variables de estudio, (Fig.6), se observan algunas interacciones de las variables estudiadas muy importantes; El análisis del gráfico proporciona una descripción de las relaciones entre los casos y las variables, en nuestro caso la presencia de periodontitis con plomo en la sangre y los factores demográficos y laborales de los usuarios. Se puede evidenciar en el cuadrante inferior derecho asociación entre los que presentan periodontitis severa y la mayor concentración de plomo en sangre (moderado), y se dan en usuarios con grado de instrucción primaria, también están próximos a usuarios mayores de 50 años de edad, se dan en usuarios con tiempo de servicio en la empresa por más de 20 años, trabajan en planta concentradora y tienen el tiempo en el puesto de 11 a 20 años. También puede observarse, asociaciones entre los casos y las categorías de variables, como lo señalan las nubes de puntos del cuadrante inferior derecho; es decir, los que presentan periodontitis entre leve y moderado, se encuentra más próximo a la cantidad de plomo

en la sangre leve, se dan en usuarios con educación secundaria cuya edad tienen entre 40 y 50 años, el cargo que desempeña están entre operario y oficial, trabajan en la mina y tienen el tiempo en el puesto de trabajo más de 20 años, en ello se muestran evidencias de asociación entre estas categorías. Asimismo como lo señalan las nubes de puntos del cuadrante superior izquierdo e inferior izquierdo, se pueden observar asociaciones de los que no presentan periodontitis y los que tienen plomo en la sangre en un rango normal, se dan en usuarios con instrucción superior, son menores de 40 años de edad, tienen ocupación entre técnico y sobrestante, trabajan en otras áreas que no son mina y planta concentradora, tienen tiempo de servicio en la empresa de 11 a 20 años y tiempo en el puesto menos de 11 años. Con respecto a la presencia de periodontitis y la cantidad de plomo en la sangre se evidencia nula asociación con el domicilio, lugar de nacimiento y el tipo de empresa donde trabaja el usuario, (Fig. 6).

Figura 6. Diagrama Conjunto de Puntos de Categorías en Periodontitis, Características Demográficas - Laborales y Plomo en Sangre.



4.3. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.-

Los Apostoli *et al.*, (2002), señala que el plomo es el tóxico más estudiado y este representa un problema de salud pública, puesto que, afecta muchos órganos y sistemas en los seres humanos; puede causar toxicidad en todos los grupos de edad.

La OMS ha incluido el plomo dentro de una lista de diez productos químicos causantes de graves problemas de salud pública que exigen la intervención de los Estados Miembros para proteger la salud de los trabajadores, los niños y las mujeres en edad fecunda. Según la OMS, considera valores normales: en adultos menos de 20 microgramos/decilitro de plomo en la sangre; en niños, menos de 10 microgramos/decilitro de plomo en la sangre; los adultos expuestos al plomo deben tener niveles de este elemento en la sangre por debajo de 40microgramos/dL.

En el análisis de la concentración de plomo en la sangre y las características demográficas de los trabajadores de las empresas mineras de la Provincia de Pasco, en el presente trabajo se encontró que: la edad de los trabajadores se relaciona con la concentración de plomo en la sangre, en mayores de edad (50+) presentan intoxicación ($>20\mu\text{g/dl}$) y en usuarios de menor edad (<40 años) es menor la intoxicación, en consecuencia se observa que, según va incrementándose la edad, hay mayor variación de plomo en la sangre, presentándose algún grado de intoxicación en usuarios de mayor edad. En cuanto al grado de instrucción, también juega un papel muy importante en la presencia de plomo en la sangre, en usuarios con instrucción primaria el 94.2% presentan intoxicación ($>20\mu\text{g/dl}$), de secundaria el 79.1%, y de nivel superior el 43.5%, ($p<0,05$); según el análisis de la mediana, usuarios de instrucción primaria tienen $31\mu\text{g/dl}$ de plomo en la sangre, secundaria $25\mu\text{g/dl}$ y superior $16\mu\text{g/dl}$. Con respecto al lugar de nacimiento del trabajador en minería, no se relaciona con la cantidad de plomo en la sangre, o sea, los trabajadores nacidos en Cerro de Pasco el 68,4% presenta intoxicación ($>20\mu\text{g/dl}$), los nacidos en Junín 73,6%, y los nacidos en Huánuco 42.9%, ($p>0,05$). Con respecto al lugar de residencia, los que viven en Milpo, la mediana es $25\mu\text{g/dl}$ de plomo en la sangre, los que viven en Cerro de Pasco $24\mu\text{g/dl}$, y los de Colquijirca $23\mu\text{g/dl}$, ($p>0,05$).

Tal como Elena M. Trasobares Iglesias, (2010), señala que el contenido de plomo en hueso aumenta con la edad a lo largo de la vida. Los individuos de más edad son los que han estado más expuestos y presentan en la actualidad concentraciones más elevadas de plomo en la sangre; se ha hallado que por cada año de edad se produce un aumento relativo del 11% en la frecuencia de encontrar concentraciones de plomo en la sangre superiores a $2\mu\text{g/dl}$, por lo que concuerda con el presente trabajo a mayor edad mayor es la concentración de plomo en la sangre.

En los estudios de McKelvey W, (2007), en base a los datos de NHANES III, manifiesta sobre un incremento en la concentración de plomo a medida que disminuye el nivel de estudios y el nivel de ingresos. Asimismo, hace referencia sobre el estudio de biomonitorización de la República de Corea, también se recogieron estos datos, y se obtuvo también una asociación con el nivel de estudios, no observándose con el nivel de ingresos. En nuestro estudio se han hallado diferencias significativas en función del nivel de estudios, así como con la ocupación o cargo que desempeña el usuario.

Nuestro trabajo reporta en cuanto al puesto de trabajo del usuario, los que trabajan en mina el 93.1% tienen intoxicación por plomo ($>20\mu\text{g/dl}$), en planta concentradora el 83.6%, y los que laboran en otras áreas (oficinas, carpintería, o lugares externos a mina y planta de tratamiento de minerales) el 11.9%, ($p<0,05$); según el análisis de la mediana, los que trabajan en mina y planta concentradora, en ambos casos tienen intoxicación por plomo ($>26\mu\text{g/dl}$), mientras que en otras áreas tienen menor igual a $11\mu\text{g/dl}$ de plomo en la sangre. En cuanto a la ocupación o cargo que desempeña el usuario, con cargo de operarios el 90% presentan intoxicación ($>20\mu\text{g/dl}$), con cargo de oficial el 92.6%, los técnicos el 40.5%, y del grupo de empleados o sobrestantes el 16.7%, ($p<0,05$); también, según el análisis de la mediana, en operarios es $28\mu\text{g/dl}$ de plomo en la sangre, con cargo de oficial $25\mu\text{g/dl}$, en técnicos $18\mu\text{g/dl}$ y en empleados o sobrestantes $12\mu\text{g/dl}$; en consecuencia la ocupación o cargo que desempeña el usuario se relaciona con la presencia de plomo en la sangre. Respecto al tiempo que trabaja el usuario en la empresa minera, con más de 20 años el 89.6% están intoxicados, entre 11 y 20 años 61.5%, con tiempo menor de 11 años el 25% ($p<0,05$), en tal sentido a mayor tiempo de servicio en la empresa minera, mayor es la probabilidad de presentar intoxicación por plomo. A su vez sobre el tiempo que trabaja en el puesto, con más de 20 años el 86.7% presenta intoxicación, de 11 a 20 años 72.4%, y con menos de 11 años el 45.5% están intoxicados, ($p<0,05$).

Tal como señala Trejo, C.M., (1998), manifiesta que las personas que vivían más cerca del lugar en donde se ubicaba la industria recuperadora de metal, presentaban mayor exposición al metal, ya que los casos de dicho grupo sobrepasaron los niveles permitidos de plomo en sangre, por lo que eran personas *ambientalmente expuestas*. También concuerda con nuestro trabajo, a mayor tiempo de permanencia en la empresa minera mayor es la concentración de plomo en la sangre.

También según Velásquez, S.G., (1980), concluye que, la aparición de síntomas clínicos de intoxicación crónica por plomo podían aparecer hasta después de años de acumulamiento, ocasionado por una lenta absorción y excreción del metal ya que en la mayoría de los casos, la concentración de plomo circulante en la sangre, fue proporcional al tiempo de exposición; en algunos casos, las personas buscan atención médica por diversos síntomas característicos de la intoxicación, habiéndose determinado una concentración sanguínea inferior a $60\mu\text{g}/100\text{ ml}$ de sangre, pero superior al nivel normal de $50\mu\text{g}$ de plomo/ 100 ml de sangre.

Nuestros hallazgos coinciden con lo reportado por Glenda Marina Pacay Ponce, (1999), en un estudio sobre la manifestación bucal (línea de Burton) por intoxicación crónica de plomo en trabajadores de alfarerías, menciona que la totalidad de niños y ancianos estaban afectados debido a que son personas que nacieron y han crecido en un ambiente donde están expuestos a contaminación plúmbica; en el estudio se encontró en piezas dentales una pigmentación de color gris perla, siguiendo el contorno cervical de las piezas, de aproximadamente 1 mm de diámetro, con superficie lisa y no removible, asimismo más del 50% de la población estudiada presentó pigmentación de piezas dentarias, el 100% de la población con resultado positivo presenta esta manifestación clínica oral, que prácticamente se debe a la intoxicación crónica por plomo.

Sobre la presencia de gingivitis en relación a la concentración de plomo en la sangre, el presente trabajo reporta lo siguiente: en Usuarios con gingivitis, el 95.5% tienen más de 32 y menos de $44\mu\text{g}/\text{dl}$ de plomo en la sangre, el 94.6% de 21 a $32\mu\text{g}/\text{dl}$, y el 74% tienen $\leq 20\mu\text{g}/\text{dl}$, ($p < 0.05$), en tal sentido la cantidad de plomo en la sangre de los trabajadores de las empresas mineras se relaciona con la presencia de gingivitis.

Según el diagrama conjunto de las categorías, mediante el análisis de homogeneidad en el presente trabajo se encontró: Usuarios con gingivitis severa, se encuentran más próxima a los que tienen mayor concentración de plomo en la sangre (>32 y $<44\mu\text{g}/\text{dl}$), a usuarios de mayor edad (50+), a usuarios con más años de tiempo de servicio en la empresa (20+); asimismo los que trabajan en mina están más próximos con los que tienen cargo de operario y con los que trabajan más de 20 años en el puesto. Usuarios que tienen plomo en sangre de 21 a $32\mu\text{g}/\text{dl}$ (leve) están próximos con los que tienen gingivitis moderada, también con los que trabajan de 11 a 20 años en la empresa, con

los que tienen cargo de oficial y están cerca con los que trabajan en planta concentradora. La categoría de plomo en la sangre en un rango normal ($\leq 20 \mu\text{g/dl}$), están más próximo a usuarios con gingivitis leve o en los que no presentan gingivitis, son menores de 40 años de edad, con grado de instrucción superior, con los que trabajan menos tiempo en la empresa (< 11 años), así como con los que tienen cargos de empleado o sobrestante, también con usuarios que trabajan en otras áreas externas a mina y planta concentradora, además se acerca con usuarios que trabajan menos tiempo en el puesto de trabajo (< 11 años). En consecuencia, concluimos que las características demográficas y laborales se relacionan con la cantidad de plomo en la sangre y con la presencia de gingivitis en usuarios de las empresas mineras.

En algunos usuarios se presenta la complicación de gingivitis, llegando a extenderse en la presencia de periodontitis, de la misma forma sobre las características demográficas y laborales, el presente trabajo reporta los siguientes resultados: la edad del usuario es importante en la presencia de periodontitis, los de mayor edad (50+) el 48.6% presenta periodontitis, con edad de 40 a 50 años el 38.2% y con edad menos de 40 años el 9.4%, ($p < 0.05$). En cuanto al grado de instrucción del usuario, se encontró que, en usuarios con periodontitis severa, el 35.3% tienen instrucción primaria, 7.5% secundaria y 3.2% superior; con periodontitis entre leve y moderado, el 41.2% tienen primaria, 31.3% secundaria y 9.7% superior; y los que no presentan periodontitis, el 23.5% son de educación primaria, 61.2% secundaria y 87.1 superior, ($p < 0.05$), se concluye que los afectados por periodontitis con mayor frecuencia ocurre en usuarios con menor instrucción. A su vez la presencia de periodontitis asociado al lugar de nacimiento, así como al lugar de residencia, no se relacionan, ($p > 0.05$). En cuanto al tiempo de servicio a la empresa, con más de 20 años el 52.2% presenta la infección, de 11 a 20 años el 24.4% y con menos de 11 años el 15%, ($p < 0.05$), llegando a la conclusión que, a mayor tiempo de permanencia en la empresa, con mayor frecuencia se presenta la periodontitis. En cuanto al tiempo en el puesto de trabajo, con más de 20 años el 60% presenta periodontitis, de 11 a 20 años el 35.6% y con menos de 11 años el 15.9%, ($p < 0.05$). Respecto al área o puesto donde trabaja el usuario, usuarios con periodontitis con mayor frecuencia se presenta en las áreas de mina (69.8%) y planta concentradora (27.9%), sin embargo, en otras áreas externas a mina y planta concentradora el 0%, ($p < 0.05$), en tal sentido el área o puesto donde labora el usuario se relaciona con la presencia de periodontitis. Sobre el cargo que ocupa el usuario, en

los que presentan periodontitis, el 52.5% son operarios, 43.9% oficial, 14.9% técnicos y el 5.6% son sobrestantes o empleados, ($p < 0.05$), en consecuencia, se afirma que usuarios con menor cargo jerárquico, son los más afectados por la presencia de periodontitis.

En cuanto a la presencia de periodontitis en relación con la concentración de plomo en la sangre, en el trabajo se encontró que, en usuarios con periodontitis, el 72.7% presentan más de 32 y menos de 44 $\mu\text{g/dl}$ de plomo en la sangre, 40.5% de 21 a 32 $\mu\text{g/dl}$, y el 2% presenta $\leq 20 \mu\text{g/dl}$, ($p < 0.05$), en tal sentido se afirma que la presencia de periodontitis en los usuarios se relaciona con la cantidad de plomo en la sangre.

Según el análisis de homogeneidad del sistema Gifi, mediante el diagrama conjunto entre las categorías de las variables de estudio, en el trabajo se encontró que, en el cuadrante inferior derecho se puede evidenciar asociación entre periodontitis severa y la mayor concentración de plomo en la sangre (>32 y $<44 \mu\text{g/dl}$), se encuentran próximos con usuarios de mayor tiempo de servicio en la empresa (>20 años), con los que trabajan en planta concentradora, con el tiempo en el puesto de 11 a 20 años, también hay acercamiento con usuarios de bajo nivel de instrucción y con usuarios mayores de edad (50+). También hay acercamiento de categorías mostrando asociación de, usuarios con plomo en la sangre de 21 a 32 $\mu\text{g/dl}$, con periodontitis entre leve y moderado, con cargo de operario y oficial, con los que trabajan en mina, con tiempo en el puesto de trabajo >20 años, también se encuentran próximos con los de instrucción secundaria y con usuarios de 40 a 50 años de edad. A su vez como lo señalan la nube de puntos del cuadrante superior izquierdo e inferior izquierdo, los que no presentan periodontitis están muy próximos a los que tienen $\leq 20 \mu\text{g/dl}$ de plomo en la sangre, también con ocupación técnico y sobrestante, con los que trabajan en otras áreas externas a mina y planta concentradora, con el tiempo de servicio a la empresa de 11 a 20 años, asimismo están próximos con los de instrucción superior y con los de menores de 40 años de edad. Respecto a las categorías de domicilio y lugar de nacimiento de los usuarios, se evidencia nula asociación con las categorías de presencia de periodontitis y cantidad de plomo en la sangre.

Nuestros resultados coinciden con Corzo, G. y Naveda, R. (1998). En un estudio médico ocupacional en 40 trabajadores pertenecientes a unidades productivas dedicadas a labores de telecomunicaciones, 22 a mecánica de radiadores de

automóviles y 11 a reparación de acumuladores eléctricos; a quienes se les practicó historia médico ocupacional y se les determinó las concentraciones de plomo en sangre y en su medio ambiente laboral. Se evaluaron además 73 sujetos no expuestos ocupacionalmente a riesgos por plomo, sin antecedentes familiares patológicos y ocupacionales, sanos al momento del examen, a quienes se les determinó los niveles de plomo séricos. Los valores promedio de plumbemia en la población expuesta estuvieron por encima de $30\mu\text{g/dL}$ (técnicos en telecomunicaciones $40\mu\text{g/dl}$, mecánicos de radiadores $37\mu\text{g/dl}$ y reparadores de acumuladores $45\mu\text{g/dl}$) y fueron significativamente mayores que los de la población no expuesta ($16\mu\text{g/dl}$; $p<0,0001$).

CONCLUSIONES

1. La concentración promedio de plomo en la sangre en los trabajadores de minería de la Provincia de Pasco es de $35 \pm 9.5\mu\text{g/dL}$, en un rango de 4 a $44\mu\text{g/dL}$; el mismo que se encuentra permitido en los límites laborales según la OMS. A su vez la mediana de plomo en la sangre por áreas se obtuvo: en mina de $26\mu\text{g/dL}$, planta concentradora $26\mu\text{g/dL}$ y en otras áreas $11\mu\text{g/dL}$; observando mayor frecuencia de plumbemia en mina y planta concentradora.
2. En usuarios con gingivitis severa, el 81.8% tienen alta concentración de plomo en la sangre, 59.5% es leve y 16% rango normal; con gingivitis entre leve y

moderado, el 13.6% tienen moderada concentración de plomo, el 35.1% leve y el 58% normal; de los que no presentan gingivitis, el 4.5% es moderado, el 5.4% leve y el 26% normal.

3. En usuarios con periodontitis severa, el 31.8% tienen alta concentración de plomo en la sangre, el 8.1% leve y no se encontró en este caso personas con rango normal de plomo; con periodontitis entre leve y moderado, el 40.9% es moderado el plomo, el 32.4% leve y solo el 2% normal; a su vez los que no presentan periodontitis, el 98% se encuentran en el rango normal, 59.5% leve y el 27.3% moderada concentración de plomo en la sangre.
4. Mediante el diagrama conjunto de homogeneidad, muestra asociación la presencia de gingivitis severa con los que tienen moderada concentración de plomo en la sangre, trabajan en mina, tienen instrucción entre primaria y secundaria, tienen más de 50 años de edad, el cargo que ocupan es entre operario y oficial, con +20 años en la empresa y +20 años en el puesto.
5. Respecto a los efectos sobre la presencia de periodontitis, según el análisis de homogeneidad se puede evidenciar relaciones entre, usuarios con periodontitis entre severo y moderado con moderada concentración de plomo en la sangre, tienen +50 años de edad, tienen instrucción primaria, trabajan en mina, son operarios, con +20 años en la empresa y +20 años en el puesto.

RECOMENDACIONES

1. Implementar el departamento de vigilancia epidemiológica en empresas mineras de extracción y tratamiento de minerales de plomo, con el fin de reforzar las medidas de protección y vigilancia en trabajadores expuestos a la intoxicación por vía respiratoria, puesto que en ellos se encontraron niveles de plomo en la sangre mayores de 20µg/dL.
2. Es importante tener en cuenta en los programas de vigilancia epidemiológica la medición de plomo en la sangre y plomo en hueso, para tener un panorama completo sobre la intoxicación de los trabajadores expuestos laboralmente.

3. Desarrollar programas de prevención contra la intoxicación por plomo, así como sugerir alternativas viables de protección, debido a que en la extracción y procesamiento de minerales de plomo se producen partículas muy finas de plomo, el mismo que puede ser inhalado o ingerido por los trabajadores.
4. Sugerimos evaluar la disposición, estado y uso de los equipos e implementos de seguridad del personal de las empresas mineras, principalmente los del área de mina y planta concentradora, con el fin de cumplir con las medidas de seguridad y así evitar o disminuir posibles accidentes de intoxicación.
5. Programar charlas informativas para el personal que está laboralmente expuesto al plomo, con la finalidad de concientizar sobre los efectos nocivos del plomo en la salud, así como el cumplimiento de una protección adecuada del personal para este fin.
6. Incentivar que el personal consuma alimentos ricos en calcio, hierro, zinc y vitamina C (como las verduras, frutos cítricos y los productos lácteos), con el fin de reducir la absorción de plomo, combatir y disminuir la concentración de plomo en la sangre en los trabajadores expuestos laboralmente.
7. Capacitar al personal médico de salud ocupacional haciendo énfasis en las consecuencias de intoxicación por plomo, en medidas de protección y prevención, sintomatología, diagnóstico y aplicación de pruebas a trabajadores de las empresas mineras que explotan minerales de plomo.
8. En zonas mineras los problemas ambientales nos afectan a todos, son problemas complejos y multifactoriales. Para la solución debe abordarse, con eficacia y responsabilidad, de manera integral y en forma coordinada donde participen especialistas en la materia, autoridades de la región, los afectados y responsables de la empresa minera.
9. Sería importante realizar otros estudios del tipo experimental ampliando la investigación, que podrían explorar la relación entre los niveles de plomo del trabajador expuesto laboralmente y la presencia de algunas patologías, con el objetivo de atacar la causa.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agarín FM, Ruiz FG, Piñeiro DI., (2001). "Matrices de Empleo-Exposición: una Herramienta Útil con Limitaciones". MAPFRE MED; 10(1):3-13.
- Anuario Minero, 2010. Publicado por el Ministerio de Energía y Minas del Perú. Pg. 28.
- Apostoli, P., Baj, A., Bavazzano, P., Ganzi, A., Neri, G., Ronchi, A., Soleo, L., Lorenzo, L.D., Spinelli, P., Valentene, T., Minoia, C. (2002). "Blood lead reference values: the results of an Italian polycentric study". The Science of the Total Environment. 287, 1-11.
- Ascione A. I. (2001), Intoxicación por Plomo en Pediatría, Archivo Pediatría; 72(2): 133-138, Uruguay.

- B. Dawson S., Trapp R. G., (1997) «Bioestadística Médica» Primera edición. Editorial Manual Moderno Colombia.
- Bagan Sebastián J.V. El manual de Odontología. Capítulo 8, Masson Salvad Odontología Barcelona, España 1995.
- Barrios, Gustavo, (1991), “Odontología: Su Fundamento Biológico”. Primera Edición. Tomo 1; Pág. 16; Editorial I. Atros. Bogotá - Colombia.
- Bartold PM, Narayanan AS. (2006). “Molecular and cell biology of healthy and diseased periodontal tissues”. Periodontol 2000: 40:29-49.
- Bhascar S. N., (1981) “Patología Bucal”. 6ta Edición Bs. As. Editorial “El Ateneo”.
- Bosshardt DD. (2008). “Biological mediators and periodontal regeneration: a review of enamel matrix proteins at the cellular and molecular levels”. J. Clin Periodontol, 35(ss8):87-105.
- Calderón Fernández LI, Jiménez Moreno. (1999). “Estudio de Control Biológico y Factores en la Exposición al Plomo Inorgánico. MAPFRE MED; 5(4):239-244.

- Carranza, Newman, Takei, (2003). “Periodontología Clínica”. Novena edición. México: McGrawHill Interamericana (pp 15 - 63).
- Castel Rodo T., “Enfermedades localizadas en la boca (mucosa bucal, encías y dientes)”. En: Farreras V., Rozman C. Eds. Medicina Interna (vol. I). 12ª ed. Barcelona, Doyma, (1992): 27.
- Cedano K, Requena L., (2007). “Estudio Toxicológico de los Niveles de Concentración de Cadmio, Manganeso y Plomo, en Sangre y/u Orina en Personas Expuestas en las Avs. Abancay y Alfonso Ugarte de la Ciudad de Lima”. Facultad de Farmacia y Bioquímica. UNMSM. Lima.
- Corey, G.,; Galvao, L. (1989), Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud. O.P.S./O.M.S. “Plomo”. Serie Vigilancia 8. Metepec. México.
- Correa L., Guillermo. (2008). “Contribuciones al Análisis Multivariante No Lineal”, Departamento de Estadística de la Universidad de Salamanca – España.
- Corzo, G. y Naveda, R. (1998). Exposición ocupacional a plomo en unidades productivas en Maracaibo, Venezuela. Maracaibo: Investigación Clínica, 39(3), 163-173.
- Dueñas A., (1999). “Intoxicaciones Agudas en Medicina de Urgencia y Cuidados Críticos”. Barcelona. Editorial Masson S.A.
- Echevarría García JJ, (2003). Enfermedades periodontales y peri-implantarías. Factores de riesgo y su diagnóstico. Av. Periodon Implant; 3: 149-156.
- Eduardo Touyá y Gloria Ruocco (2001), “Contaminación del Plomo en Niños del Barrio La Teja – Montevideo – Uruguay”, Art. Publicado por DIGESA – MSP.
- Elena M. Trasobares Iglesias, (2010). “Plomo, Mercurio en Sangre en una Población Laboral Hospitalaria y su Relación con Factores de Exposición”, Universidad Complutense de Madrid, Facultad de Farmacia – Madrid.
- Ferrer, A., Intoxicación por Metales. ANALES Sis San Navarra (2003); 26 (Supl.

- 1): 141-153.
- Genco, Robert, J. (1993). "Periodoncia", Editorial Interamericana, Mc, Graw-Gill.
- GIFI, A. (1990). Nonlinear multivariate analysis. Chichester (England): John Wiley & Sons.
- Giglio MJ, Nicolosi LN, (2000). Semiología en la práctica de la Odontología. Ed. McGraw -Hill Interamericana.
- Gisbert, J., "Medicina Legal y Toxicología". Barcelona. Edit. Masson S.A. 5ta Edición; (1998). 835-50.
- Glenda Marina Pacay Ponce, (1999), "Manifestación bucal (línea de Burton) por intoxicación crónica de plomo en trabajadores de alfarerías del departamento de Jalapa en 1999". Tesis en la Universidad San Carlos de Guatemala.
- Guillermo Correa Londoño 2008 "Contribuciones al Análisis Multivariante no Lineal", Universidad de Salamanca, Departamento de Estadística – Colombia.
- Harrison, (1994); Principios de Medicina Interna. Madrid .13ª Edición, Vol. II, Ed. Interamericana. Sección 5. Pág. 2793-2837.
- Hernández Jerez A., (2005), Interés Toxicológico de la Cavidad Oral. Ciencia Forense. Revista Aragonesa de Medicina Legal. 7: 25-48.
- Howson C, Hernández M., (1996). "El Plomo en América. Estrategias para la Prevención". México D.F. Instituto Nacional de Salud Pública.
- Hurtado, Carlos Mauricio; Gutiérrez, Myriam; Echeverry, Jairo. "Aspectos clínicos y niveles de plomo en niños expuestos de manera para ocupacional en el proceso de reciclaje de bade automóviles en las localidades de Soacha y Bogotá, D.C. Biomédica (Bogotá); 28(1):116-125, marzo 2008.
- JÄRUP,L. Hazards of Heavy Metal Contamination. British Medical Bulletin, (2003). Vol 68. 167-182.

-
- Laborda GE, Velasco OJ. (2001), “El Riesgo Químico. Valoración Higiénica de Contaminantes Químicos en el Medio Laboral”. Madrid.
- Lauwerys, Robert. R. (1992), “Toxicología industrial e intoxicaciones profesionales”. Editorial Massons. Cap. I; 175-201. España.
- Ledesma, R. (2008). “Software de Análisis de Correspondencias Múltiples: Una Revisión Comparativa”, Metodología de Encuestas, Volumen 10, 59-75 ISSN: 1575-7803.
- Lindhe, Jan, (2001). “Periodontología Clínica”. Tercera edición. Madrid España: Medica Panamericana. (pp 19 – 60).
- Lindhe, Jan., (1992), “Periodontología Clínica”, Segunda Edición, Editorial Panamericana.
- María del Carmen Gaztañaga Ruiz (1999), “Enfoque en los Impactos en la Salud”, II Taller de Aire Limpio para Lima – Callao – Art. Publicado en el III Encuentro Latinoamericano sobre Calidad del Aire y Salud.
- Martínez GC, Rogo FG., (1999). “Patología Respiratoria por Inhalación de Polvo Inorgánico en el Medio Laboral. MAPFRE Seguridad; 34(134):1-7.
- Martínez, Ma. Del C.; Sosa, G. (1994), “Intoxicación por plomo”. En revista Salud de los Trabajadores. 2 (2):159-162. Maracay. Venezuela.
- Matesanz-Pérez P., Matos-Cruz R., Bascones-Martínez A. (2008), “Enfermedades Gingivales: una Revisión de la Literatura. Avances en Periodoncia”. (2008) Abr.; 20(1): 11-25.
- McKelvey W, Gwynn RC, Jeffery N, Kass D, Thorpe LE, Garg RK, et al, (2007). “A biomonitoring study of lead, cadmium, and mercury in the blood of New York city adults”. Environ Health Perspect;115(10):1435-41.
- Melinda M. Valdivia Infantas, (2005), “Intoxicación por Plomo”, Hospital Nacional Arzobispo Loayza, Rev. Soc. Per. Med. Inter. pp. 24-25-26.

-
- MICHAELIDIS, G. and De LEEUW, J. (1998). The Gifi System of descriptive multivariate analysis. *Statistical Science*, 13(4):307-336.
- Neulman, J. J.; Heiser, W. J. y SPSS Inc. (2005) SPSS Categories 14.0. Chicago: SPSS Inc.
- NUNNALLY, J.C. y BERNSTEIN, I.J. (1995). *Teoría Psicométrica*. 3 ed. México: McGraw-Hill. 843 p.
- Osorio Alania, Víctor, (2003). “Determinación de Efectos Adversos sobre Órganos Blancos en Población Expuesta a Emisiones de Plomo, en Adultos y Niños de la Provincia de Pasco”. Editorial Centro Labor - Cerro de Pasco.
- Parmeggiani L, Ed. *Encyclopaedia of Occupational Health and Safety*. 3th Ed. Geneva: International Labour Office; (1989).
- Pérez L César, *Técnicas de Análisis Multivariante de datos. Aplicaciones con SPSS*. Prentice Hall. Pearson. 2004.
- Piazuolo Morer, Vicente. “Plumbemia en Trabajadores Metalúrgicos”, *Colomb. Med*;12(2):50-53, jun. 1981.
- R. Hernández S., C. Fernández C., P. Baptista L. (1998) “Metodología de la Investigación” Segunda Edición, Editorial Interamericana Mc Graw Hill México.
- Ramírez, A. (2008). “Exposición a plomo en trabajadores de fábricas informales de baterías”. *Anales de la Facultad de Medicina de Perú*, 69(2), 104-7.
- Ruiz Velasco José, Guillén Méndez Angélica, (2010), *Procesos de Extracción y Concentración de Minerales*, Universidad Nacional Autónoma de México – Escuela Nacional de ciencias y Humanidades.
- Sierra López A., Hardisson de la Torre A., “Contaminación Química. Metales Pesados”. En: Piedrota Gil G. Et al eds. *Medicina Preventiva y Salud Pública*. 9ª ed. Barcelona, Masson S.A., (1994): 300.

-
- Trejo Martínez, Claudia Marisol, (1998), “Contaminación por plomo causada por una industria recuperadora del metal y su impacto sobre las personas que residen en sus cercanías”. Tesis de graduación realizada en el Laboratorio de Toxicología de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Van der BURG, E.; De LEEUW, J.; DIJKSTERHUIS, G. (1994). OVERALS: Nonlinear canonical correlation with k sets of variables. *Computational Statistics & Data Analysis*, 141-163.

- Velásquez, S.G. (1980). “Saturnismo en Guatemala”. Tesis de Grado para optar al Título de Químico Farmacéutico. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Universidad de San Carlos de Guatemala - Guatemala.
- Verónica Sepúlveda (2000), “Contaminación por Plomo en la Salud”, estudio realizado en la Universidad de Chile, Publicado por la misma Universidad. Pg.35.
- Visauta, V., Bienvenido, (1998), Análisis estadístico con SPSS para Windows. Estadística Multivariante, Mac Graw-Hill Interamericana de España.
- www.atsdr.cdc.gov., Normas de Niveles de Plomo.
- www.insht.es/portal/site/Insht/menuitem, Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo OIT.
- YOUNG, F. W. (1981). Quantitative analysis of qualitative data. *Psychometrika*, 46(4):357-388.

-

ANEXOS

ANEXO 01

PRUEBA DE TAU-Y DE GOODMAN Y KRUSKAL

Es un coeficiente asimétrico, para realizar los cálculos y análisis en esta técnica, parte de los errores cometidos al asignar aleatoriamente los casos a las categorías de la variable dependiente. El coeficiente Tau-y se calcula mediante la expresión:

$$Tau - y = \frac{E_1 - E_2}{E_1}$$

Dónde:

E₁: **Error bajo la predicción del tipo I.-** Sumatoria de las categorías de la variable dependiente, sin conocer la distribución de la variable independiente, está dado por la siguiente expresión:

$$E_1 = \sum_{i=1}^k \left[\frac{N - f_i}{N} \times f_i \right]$$

Dónde: N = Número total de casos.
K = Número de categorías de la variable dependiente. f_i = Frecuencia de la categoría i.

E₂: **Error bajo la predicción del tipo II.-** En este caso es conociendo la distribución de la variable independiente, está dado por:

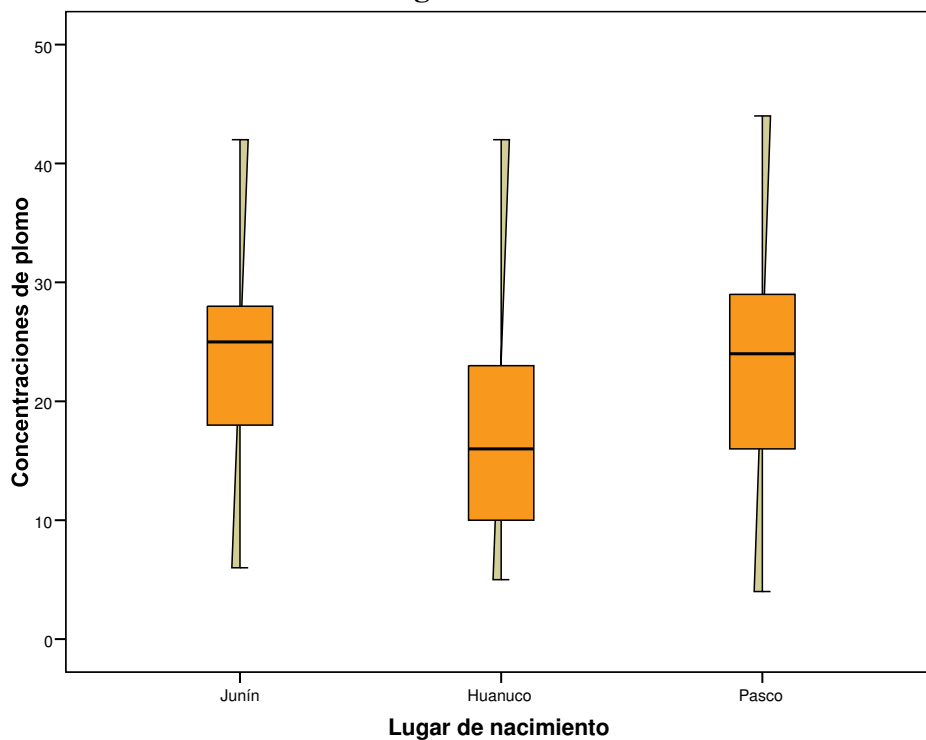
$$E_2 = \sum_{i=1}^c \sum_{j=1}^k \left[\frac{N_i - n_{ij}}{N_i} \times n_{ij} \right]$$

Dónde: N_i = Total parcial de las categorías de la variable independiente.
n_{ij} = Frecuencia de la celdilla en la categoría i de la variable dependiente dentro de cada una de las c categorías de la variable independiente.

NOTAS: El coeficiente “Tau-y” obtenido, significa que se ha reducido un porcentaje de los errores cometidos. Tau-y, toma valores de 0 a 1, (0 = Ausencia de reducción del error de clasificación; 1 = Reducción de error completa).

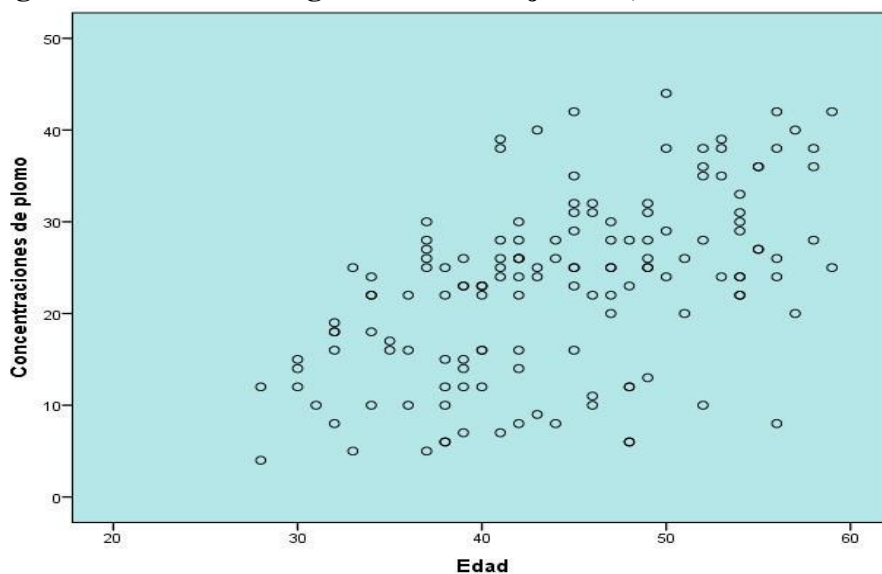
ANEXO 0 2

Figura 7. Concentraciones de Plomo en Sangre de los Trabajadores, Según Lugar de Nacimiento.



ANEXO 03

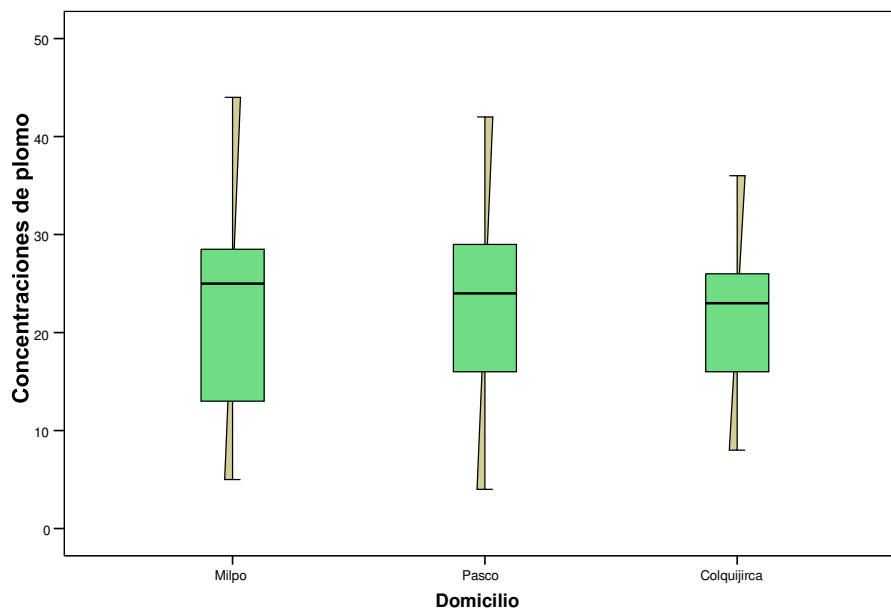
Figura 8. Plomo en Sangre de los Trabajadores, Asociado a su Edad.



ANEXO 0

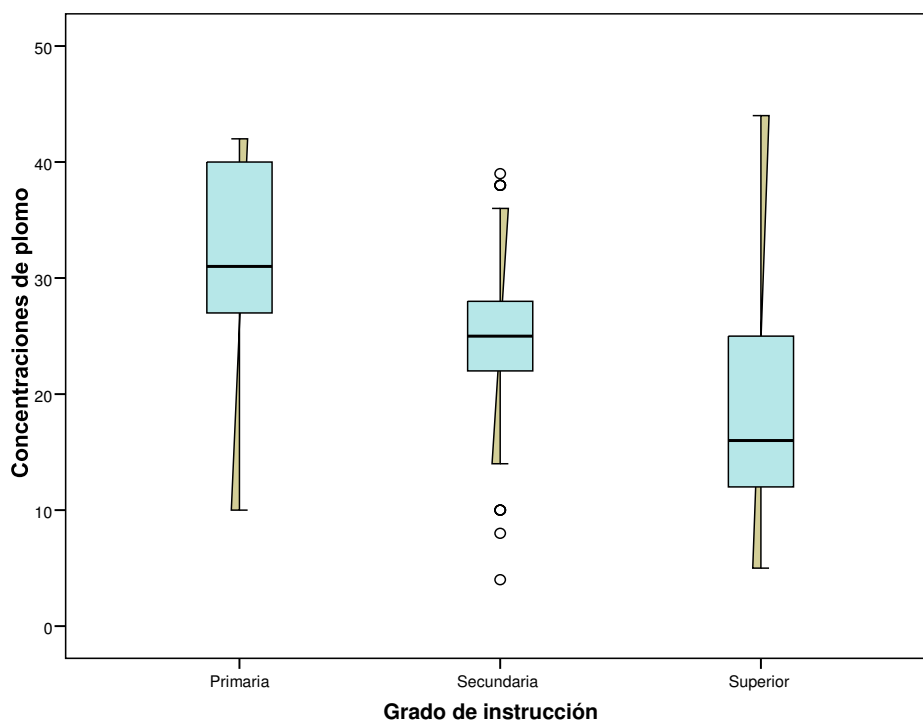
4

Figura 9. Concentraciones de Plomo en Sangre de los Trabajadores, Según Lugar de Residencia.



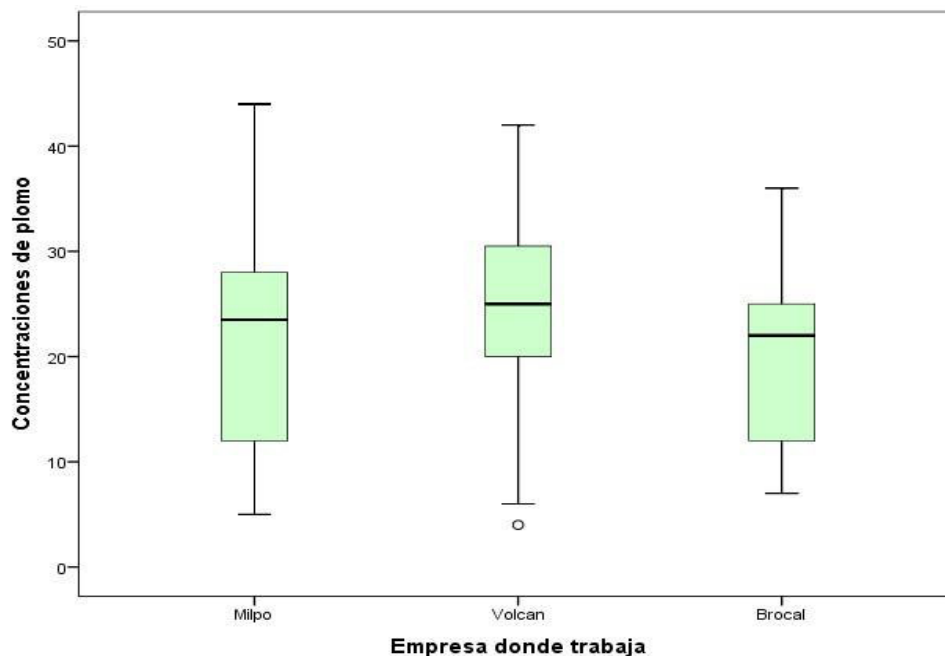
ANEXO 05

Figura 10. Concentraciones de Plomo en Sangre de los Trabajadores, Según Grado de Instrucción.



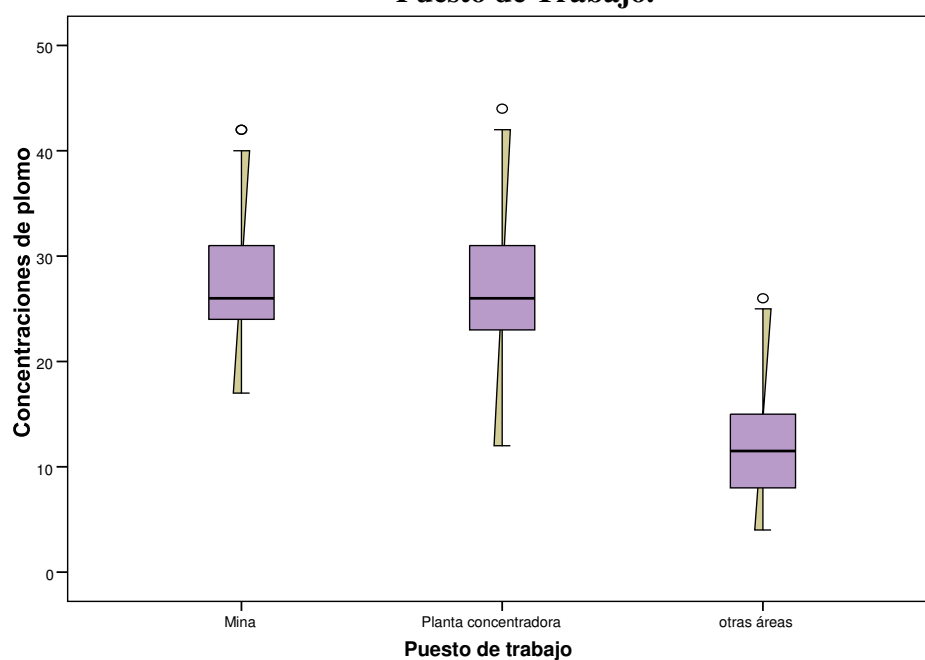
ANEXO 0 6

Figura 11. Concentraciones de Plomo en la Sangre de los Trabajadores, Según la Empresa Donde Labora.



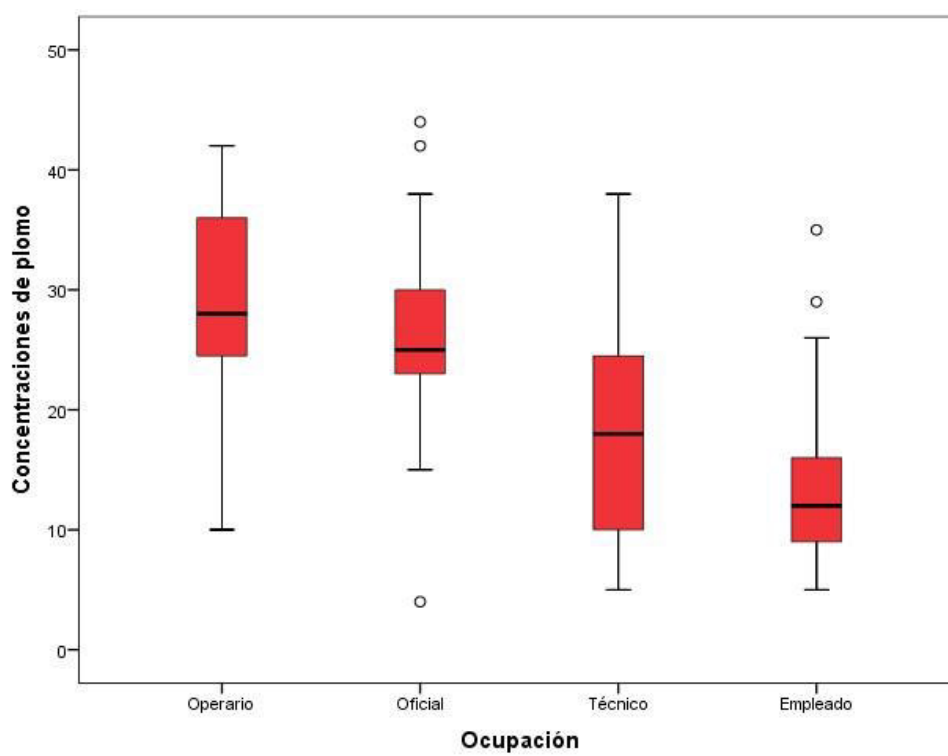
ANEXO 07

Figura 12. Concentraciones de Plomo en Sangre de los Trabajadores, Según Puesto de Trabajo.



ANEXO 0**8**

Figura 13. Concentraciones de Plomo en Sangre de los Trabajadores, Según Ocupación en su Centro de Trabajo.



ANEXO 0

9

Tabla 15. Categorización de Variables.

		f _i
Lugar de Nacimiento:	Junín	53
	Huánuco	14
	Pasco	79
Domicilio:	Milpo	35
	Pasco	90
	Colquijirca	21
Grado de Instrucción:	Primaria	17
	Secundaria	67
	Superior	62
Edad:	< 40 años	43
	40 – 50 años	68
	50 + años	35
Plomo en Sangre:	Normal	50
	Leve	74
	Moderado	22
Presencia de Gingivitis:	No Presenta	18
	Leve	29
	Moderado	29
	Severo	70
Ocupación:	Operario	40
	Oficial	41
	Técnico	47
	Empleado	18
Puesto de Trabajo:	Mina	43
	Planta Concentradora	61
	Otras Áreas	42
Empresa donde Trabaja:	Milpo	46
	Volcan	75
	Brocal	25
Tiempo en el Puesto de Trabajo:	< 11 años	44
	11 – 20 años	87
	20 + años	15
Tiempo en la Empresa:	< 11 años	20
	11 – 20 años	78
	20 + años	48

ANEXO 0

ANEXO 10

INSTRUMENTOS

FICHA CLÍNICA

1. FILIACIÓN:

Nombre: -----

Lugar de Nacimiento: -----

Domicilio: -----Edad: -----

Ocupación: ----- Grado de Instrucción: -----

Puesto de Trabajo: -----

2. EXAMEN FISICO:

Peso: -----Talla: -----

Frecuencia Cardiaca: -----

Frecuencia Respiratoria: -----

Presión Arterial: -----

3. HIGIENE BUCAL:

Realiza cepillado con pasta dental, 2 a 3 veces al día ()

Realiza cepillado con pasta dental, 1 vez al día ()

Realiza cepillado con pasta dental, 1 a 2 veces por semana ()

Nunca realiza el cepillado de dientes ()

4. ENFERMEDAD PERIODONTAL:

4.1. GINGIVITIS:

a. COLOR:

1. Rosado ()

2. Rojo ()

b. TEXTURA:

1. Puntillado ()

2. Liso Brillante ()

c. CONSISTENCIA:

1. Firme ()
2. Blando o Fibroso ()

d. SANGRADO:

1. No ()
2. Si ()

e. MARGEN – PAPILO:

1. No Patológico ()
2. Patológico ()

f. EXUDADO:

1. No ()
2. Si ()

g. ADYACENTE AL LAC:

1. Normal ()
2. Alterado ()

4.2. PERIODONTITIS:**a. PÉRDIDA DE INSERCIÓN (Debajo del LAC):**

1. Normal ()
2. Leve (1 – 2 mm) ()
3. Moderado (3 – 4 mm) ()
4. Severa (> 4 mm) ()

b. PRESENCIA DE BOLSAS PERIODONTALES:

1. No ()
2. Si ()

c. REABSORCIÓN ÓSEA:

1. Normal ()
2. Reabsorción Leve (2 – 4 mm) () 3. Reabsorción Moderada (5 – 6 mm) ()
4. Reabsorción Severa (> 6 mm) ()

d. MOVILIDAD DENTARIA:

1. Movilidad Fisiológica ()
2. Movilidad Perceptible ()
3. Movilidad Horizontal (<1mm) ()
4. Movilidad Horizontal y vertical (>1mm) ()

FICHA DE REGISTRO

[illegible]

GLOSARIO

Análisis Multivariante.- Es el estudio de sistemas de variables aleatorias correlacionadas o muestras aleatorias de tales sistemas (Gifi, 1990). Estos sistemas siempre estarán referenciados en espacios multidimensionales, lo que dificulta su representación y, por tanto, su interpretación; uno de los principales objetivos de entre las muchas técnicas multivariante es la reducción de la dimensionalidad, con el fin de facilitar la representación e interpretación de tales sistemas, con la menor pérdida posible de información.

Análisis de Homogeneidad.- Consiste en describir las relaciones entre dos o más variables categóricas múltiples en un espacio de pocas dimensiones. Luego para visualizar dichas dimensiones a través de Mapas Perceptuales. Mediante esta técnica, además de evaluar las relaciones entre variables, permite conocer la relación entre las categorías de una misma variable y entre las categorías de distintas variables. Las dimensiones se obtienen en forma jerárquica, el 1ro es más importante, luego el 2do y así sucesivamente.

Cuantificación Óptima.- La cuantificación óptima de un sistema multivariante es la que asigna valores más similares a las categorías de las distintas variables que se asocian con mayor frecuencia.

Escalamiento Óptimo.- “Técnica de análisis de datos que asigna valores numéricos a las categorías, de manera que se maximice la relación entre las observaciones y el modelo de análisis de datos, respetando el carácter de medición de los datos”, (Young, 1981). Según, Gifi 1990, es una técnica generadora de transformaciones que minimicen una función de pérdida, es decir, que minimicen la pérdida de información que se produce al reducir la dimensionalidad del sistema multivariante, con base en un modelo dado.

Inercia.- Es el estadístico que mide la dispersión de la nube de puntos, viene a ser el promedio de las distancias de los distintos puntos a su centro de gravedad, estando cada distancia ponderada por la masa del punto correspondiente. La inercia total es el cociente entre el estadístico Chi-cuadrado de la tabla, y el total de las observaciones; Es decir, si las variables son muy dependientes, tanto las filas como las columnas serán distintas entre sí, mientras que si son independientes serán parecidas. Por lo que si son independientes habrá poca inercia y si son dependientes habrá mucha inercia, es decir, mucha dispersión.

Masa.- La masa de cada punto (categoría marginal) será igual a la frecuencia relativa de observaciones en la categoría correspondiente. Cada masa es una ponderación asignada con la finalidad de que, a la hora de extraer un eje tratando de que la deformación de la nube de puntos sea mínima, las categorías que presentan una mayor frecuencia se ven menos afectadas e inciden en mayor medida en la determinación de los ejes resultantes.

Mínimos Cuadrados Alternados.- Como parte integral del sistema Gifi, viene a ser el algoritmo computacional que más se ha utilizado para resolver problemas de escalamiento óptimo (minimizar funciones de pérdida con base en un modelo de análisis dado), usualmente se denomina mediante la sigla ALS, por sus iniciales en inglés: Alternating Least Squares.

Plomo.- Metal pesado de color blanco azulado brillante. Existen fuentes accidentales de intoxicación, como el pasaje plomo a los alimentos enlatados, se ponen en contacto con ácido acético.

Quelante.- Es una sustancia que forma complejos con iones de metales pesados. A estos complejos se los conoce como quelatos, palabra que proviene de la palabra griega chele que significa "garra". Una de las aplicaciones de los quelantes es evitar la toxicidad de los metales pesados para los seres vivos.

Ribete de Burton.- Sinónimo: Ribete Plúmbico o Saturnino. Ribete violáceo o negruzco situado sobre las encías, a nivel del cuello de los dientes. Indica una intoxicación crónica por el plomo, y se observa especialmente en las intoxicaciones ocupacionales (minería del plomo, pintores, plomeros, etc.).

Toxicología.- Ciencia que estudia los tóxicos y venenos, sus propiedades químicas y físicas, su concentración en el ambiente, su vía de ingreso al organismo, su distribución, metabolismo, biotransformación, vida media, acumulación y eliminación (toxicocinética).